

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 日
Date of Application:

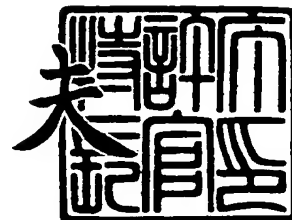
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 5 1 9 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 5 1 9 1]

出 願 人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 0 1 7

P24791.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Moriyasu SHIRAYANAGI

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : ASPHERICAL SPECTACLE LENS

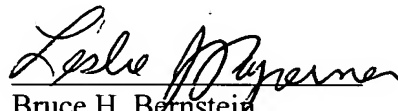
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-055191, filed March 3, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Moriyasu SHIRAYANAGI


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Reg No
33,329

March 2, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP01464

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02C 7/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 白柳 守康

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098235

【弁理士】

【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062606

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非球面眼鏡レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外面、内面の一对の屈折面を有し、少なくとも一方の屈折面が非回転対称非球面である眼鏡レンズにおいて、

眼鏡フレームへの取付時に正面から見て使用者の瞳位置に一致させる枠入れ基準点を原点とし、該枠入れ基準点に立てた前記外面の法線を z_1 軸、該 z_1 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_1 軸、左手座標系で y_1 軸および z_1 軸に直交する方向を x_1 軸とし、前記 z_1 軸を含み x_1 軸に対して角度 $\theta [^\circ]$ をなす平面と前記外面との交線の前記 z_1 軸からの高さ $h [mm]$ における曲率を $C_1(h, \theta)$ として表し、前記枠入れ基準点に立てた前記内面の法線を z_2 軸、該 z_2 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_2 軸、左手座標系で y_2 軸および z_2 軸に直交する方向を x_2 軸とし、前記 z_2 軸を含み x_2 軸に対して角度 $\theta [^\circ]$ をなす平面と前記内面との交線の前記 z_2 軸からの高さ $h [mm]$ における曲率を $C_2(h, \theta)$ として表し、前記内面と前記外面の (h, θ) の位置における曲率差を $C_{2-1}(h, \theta) = C_2(h, \theta) - C_1(h, \theta)$ として表すとき、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(1)

$$C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta) > 0 \quad \dots (1)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(2)

$$C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta) < 0 \quad \dots (2)$$

を満たすことを特徴とする非球面眼鏡レンズ。

【請求項 2】 前記内面が非回転対称非球面であり、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(3)

$$C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) > 0 \quad \dots (3)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(4)

$$C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) < 0 \quad \dots (4)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項 3】 前記外面が非回転対称非球面であり、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(5)

$$C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta) < 0 \quad \cdots (5)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(6)

$$C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta) > 0 \quad \cdots (6)$$

を満たすことを特徴とする請求項1に記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項4】 前記外面が球面、前記内面が非回転対称非球面であることを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項5】 前記外面が非回転対称非球面、前記内面が球面またはトーリック面であることを特徴とする請求項1または3のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項6】 前記外面、内面とも非球面であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項7】 前記外面が回転対称非球面、前記内面が非回転対称非球面であることを特徴とする請求項1、2のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項8】 前記外面が非回転対称非球面、前記内面が回転対称非球面であることを特徴とする請求項1、3のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項9】 前記外面、内面とも非回転対称非球面であることを特徴とする請求項1、2、3、6のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【請求項10】 前記外面または内面が、乱視矯正用の円柱屈折力を含むことを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の非球面眼鏡レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、屈折補正用の単焦点の非球面レンズに関し、特に調節力のある装用者が遠方から近方まで様々な距離の物体を見る場合に用いる眼鏡レンズの性能改善に関する。

【0002】

【従来の技術】

単焦点眼鏡レンズを実際に眼鏡として装用して使用する場合には、遠くを見る場合にはレンズの上部を、近くを見る場合にはレンズの下部を使うことが多い。

そこで、レンズ上部を遠方視、レンズ下部を近方視に適した性能とすることができれば望ましい。このような目的で設計された眼鏡レンズは、例えば特開平 4 - 4 5 4 1 9 号公報、特開平 1 0 - 7 8 5 6 6 号公報等に開示されている。

【 0 0 0 3 】

特開平 4 - 4 5 4 1 9 号公報に開示される眼鏡レンズは、一方の屈折面のレンズ上部における中心部から外周部への曲率の変化を、レンズの下部における同様の曲率変化より大きく設定することにより、上記の目的を達成しようとしている。

【 0 0 0 4 】

また、特開平 1 0 - 7 8 5 6 6 号公報に開示される眼鏡レンズは、回転対称な非球面の非球面中心をレンズの外径中心から変位させることにより、レンズの上部は遠方視に、レンズの下部は近方視に適当な性能にすることを試みている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平 4 - 4 5 4 1 9 号公報に開示される 4 つの実施例には、いずれも 2 つの子午線 (OA, OB) 上の曲率しか開示されず、その他の子午線では中間的な値を持つとしか説明されていないため、当業者にとって実施不可能である。

【 0 0 0 6 】

また、特開平 4 - 4 5 4 1 9 号公報に実施例 2、3、4 として記載されたマイナスレンズは、収差図によると遠方視での非点収差が 0 になるように収差が補正されている。しかし、マイナスレンズの遠方視での非点収差を 0 にすると、必ず度数誤差がプラスとなる。眼鏡レンズがプラスの度数誤差を持つ場合、眼の屈折力を弱めれば誤差による影響を打ち消すことができるが、遠方視の場合には眼の屈折力は最も弱くなっているため、眼の屈折力をさらに弱めることはできず、視野は雲霧がかかった状態になる。すなわち、これらの実施例の収差バランスは不适当である。

【 0 0 0 7 】

さらに、特開平 1 0 - 7 8 5 6 6 号公報に開示される実施例は、いずれも加工

の容易性を目的として非球面を回転対称面に限定しているため、到達できる光学性能には限界がある。

【0008】

この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、レンズの上部を遠方視、下部を近方視に適した性能とし、乱視屈折力を含む場合にも光学性能が良好な非球面眼鏡レンズの提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明にかかる非球面眼鏡レンズは、上記の目的を達成させるため、外面、内面の少なくとも一方の屈折面を非回転対称非球面とし、眼鏡フレームへの取付時に使用者の瞳位置に一致させる位置を枠入れ基準点として、この枠入れ基準点に立てた外面の法線を z_1 軸、 z_1 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_1 軸、左手座標系で y_1 軸および z_1 軸に直交する方向を x_1 軸とし、 z_1 軸を含み x_1 軸に対して角度 $\theta [^\circ]$ をなす平面と外面との交線の z_1 軸からの高さ $h [mm]$ における曲率を $C_1(h, \theta)$ として表し、枠入れ基準点に立てた内面の法線を z_2 軸、 z_2 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_2 軸、左手座標系で y_2 軸および z_2 軸に直交する方向を x_2 軸とし、 z_2 軸を含み x_2 軸に対して角度 $\theta [^\circ]$ をなす平面と内面との交線の z_2 軸からの高さ $h [mm]$ における曲率を $C_2(h, \theta)$ として表し、内面と外面の (h, θ) の位置における曲率差を $C_{2-1}(h, \theta) = C_2(h, \theta) - C_1(h, \theta)$ として表すとき、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(1)

$$C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta) > 0 \quad \dots(1)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(2)

$$C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta) < 0 \quad \dots(2)$$

を満たすことを特徴とする。

【0010】

上記の構成によれば、内面、外面のいずれか、あるいは両面を非回転対称非球面とした場合に、上部を遠方視、下部を近方視に適した性能とすることができる。

【 0 0 1 1 】

内面が非回転対称非球面である場合には、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(3)

$$C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) > 0 \quad \dots (3)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(4)

$$C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) < 0 \quad \dots (4)$$

を満たすことが望ましい。

【 0 0 1 2 】

また、外面が非回転対称非球面である場合には、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(5)

$$C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta) < 0 \quad \dots (5)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(6)

$$C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta) > 0 \quad \dots (6)$$

を満たすことが望ましい。

【 0 0 1 3 】

前面、後面の形状の組み合わせとしては、前面または後面の一方が球面またはトーリック面で他方が非回転対称非球面、前面または後面の一方が回転対称非球面で他方が非回転対称非球面、両面共に非回転対称非球面の中から選択することができる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明にかかる非球面眼鏡レンズの実施形態を説明する。まず、図1、図2に基づいて概要を説明した後、具体的な設計例を示す。図1、図2は、それぞれ第1、第2の実施形態の非球面眼鏡レンズ1、11を示し、各図(A)は側面断面図、(B)は外面側から見た正面図である。

【 0 0 1 5 】

図1に示した第1の実施形態の非球面眼鏡レンズ1は、外面2が球面、内面3が非回転対称非球面である。眼鏡フレームへの取付時に使用者の眼5の瞳位置に一致する位置が枠入れ基準点4である。この枠入れ基準点4に立てた内面3の法

線を z_2 軸、 z_2 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_2 軸、左手座標系で y_2 軸および z_2 軸に直交する方向を x_2 軸とする。

【0016】

レンズの上部を遠方視、下部を近方視に適応させるためには、上部と下部とで異なる収差補正をしなければならず、回転対称なレンズによってこれを実現することは困難である。そこで、外面、内面の少なくともいずれか一面を非回転対称面とする必要がある。第1の実施形態の非球面眼鏡レンズ1は、内面3を非回転対称非球面とすることにより、レンズの上部が遠方視に適した性能になり、下部が近方視に適した性能になるように収差を補正している。

【0017】

ここで、図1(B)に示すように、 z_2 軸を含み x_2 軸に対して角度 θ [$^\circ$] をなす平面と内面3との交線7の z_2 軸からの高さ h [mm] の点を極座標 (h, θ) とし、この点における交線7に沿う方向の曲率を $C_2(h, \theta)$ として表す。角度 θ は、図中右側となる x 軸のプラス方向を 0° とし、 y 軸のプラス方向に向けて、すなわち図中の反時計回りに増加するものとする。

【0018】

実施形態の非球面眼鏡レンズ1は、上記の定義において、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(3)

$$C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta) > 0 \quad \dots (3)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(4)

$$C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta) < 0 \quad \dots (4)$$

を満たす。

【0019】

$C_2(h, \theta)$ は、図1(B)にハッチングで示す範囲R内の曲率、すなわちレンズ上部側の曲率であり、 $C_2(h, \theta+180)$ は原点を挟んで対称位置の曲率、すなわちレンズ下部側の曲率である。条件(3)は、レンズ上部側の内面の曲率が、レンズ下部側の内面の曲率より小さいこと、条件(4)は、レンズ上部側の内面の曲率が、レンズ下部側の内面の曲率より大きいことをそれぞれ意味している。原点を挟んで点対称となる一対の座標点においては、眼鏡レンズが乱視矯正用の円柱屈折

力を含む場合にも、その影響は等しくなるため、条件(3), (4)で示されるような曲率の大小関係は、円柱屈折力に影響されずに定めることができる。

【0020】

条件(3), (4)を満たすようレンズ上部と下部との曲率を定めると、内面を非回転対称非球面とした場合に、上部を遠方視、下部を近方視に適した性能とすることができる。

【0021】

図2に示した第2の実施形態の非球面眼鏡レンズ11は、外面12が非回転対称非球面、内面13が球面である。眼鏡フレームへの取付時に使用者の眼15の瞳位置に一致する位置が枠入れ基準点14である。この枠入れ基準点14に立てた外面12の法線を z_1 軸、 z_1 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_1 軸、左手座標系で y_1 軸および z_1 軸に直交する方向を x_1 軸とする。

【0022】

第2の実施形態の非球面眼鏡レンズ11は、外面12を非回転対称非球面とすることにより、レンズの上部が遠方視に適した性能になり、下部が近方視に適した性能になるように収差を補正している。

【0023】

ここで、図2(B)に示すように、 z_1 軸を含み x_1 軸に対して角度 θ [°]をなす平面と外面12との交線17の z_1 軸からの高さ h [mm]の点を極座標 (h, θ) とし、この点における交線17に沿う方向の曲率を $C_1(h, \theta)$ として表す。角度 θ は、図中右側となる x_1 軸のプラス方向を 0° とし、 y_1 軸のプラス方向に向けて、すなわち図中の反時計回りに増加するものとする。

【0024】

実施形態の非球面眼鏡レンズ11は、上記の定義において、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(5)

$$C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta) < 0 \quad \cdots (5)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(6)

$$C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta) > 0 \quad \cdots (6)$$

を満たす。

【0025】

$C_1(h, \theta)$ は、図2(B)にハッチングで示す範囲R内の曲率、すなわちレンズ上部側の曲率であり、 $C_1(h, \theta+180)$ は原点を挟んで対称位置の曲率、すなわちレンズ下部側の曲率である。条件(5)は、レンズ上部側の外面の曲率が、レンズ下部側の外面の曲率より大きいこと、条件(6)は、レンズ上部側の外面の曲率が、レンズ下部側の外面の曲率より小さいことをそれぞれ意味している。

【0026】

条件(5)、(6)を満たすようレンズ上部と下部との曲率を定めると、外面を非回転対称非球面とした場合に、上部を遠方視、下部を近方視に適した性能とすることができる。

【0027】

上記の内面を非回転対称非球面とする場合の条件(3)、(4)と外面を非回転対称非球面とする場合の条件(5)、(6)とを統合して表したのが条件(1)、(2)である。すなわち、内面と外面の (h, θ) の位置における曲率差を $C_{2-1}(h, \theta) = C_2(h, \theta) - C_1(h, \theta)$ として表すとき、実施形態の非球面眼鏡レンズは、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、 $C_{2-1}(0, \theta) > 0$ のとき、以下の条件(1)

$$C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta) > 0 \quad \cdots(1)$$

を満たし、 $C_{2-1}(0, \theta) < 0$ のとき、以下の条件(2)

$$C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta) < 0 \quad \cdots(2)$$

を満たす。

【0028】

次に、上記の条件(1)～(6)の理論的な根拠について説明する。

眼鏡レンズの光学性能は、典型的には周辺を見た時の平均屈折力誤差と非点収差で表される。これらの収差計算をする場合の光学配置を図3に示す。眼鏡レンズ1の光軸上に眼球回旋点を想定し、この眼球回旋点を中心としてレンズ内面頂点に接する頂点球面を定義する。各収差は、眼球回旋点を通る光線について、この光線と光軸とのなす角度 β [°]毎に求められる。角度 β は、眼鏡を装用し、視線が光軸に一致する状態を基準として、当該光線に視線を合わせるために眼球が

回旋すべき角度であり、眼球の回旋角と呼ばれる。 $\beta = 0^\circ$ の場合の内面頂点から光束の結像位置までの距離を L_o [m]、回旋角 β で入射する光束の頂点球面からメリジオナル断面の結像位置までの距離を L_m [m]、同じくサジタル断面の結像位置までの距離を L_s [m] とすると、メリジオナル屈折力誤差 DM [D]、サジタル屈折力誤差 DS [D] は、それぞれ以下の式 (7), (8) のように求められる。

$$DM = 1/L_m - 1/L_o \quad \cdots (7)$$

$$DS = 1/L_s - 1/L_o \quad \cdots (8)$$

【0029】

結像位置までの距離は、光束の発散・収束度合い、すなわち物体視度 D_o [D] (物体距離 [m] の逆数) により変化するため、 DM 、 DS の値は回旋角 β が一定であっても、物体視度 D_o が変わると変化する。平均屈折力誤差 AP [D] は DM と DS の平均、非点収差 AS [D] は DM と DS との差分であるため、それぞれ以下の式 (9), (10) により表される。

$$AP = (DM + DS) / 2 \quad \cdots (9)$$

$$AS = DM - DS \quad \cdots (10)$$

【0030】

非球面眼鏡レンズを設計する際には、眼球回旋角 β 、物体視度 D_o を変化させつつ収差量を計算し、 DM 、 DS 、 AP 、 AS ができるだけ少なくなるように、非球面の量を決定する。ただし、物体視度 D_o を固定しても全ての β について DM と DS 、または AP と AS を同時にゼロにすることは不可能であり、眼球回旋角 β を 0 以外の角度に固定しても全ての D_o について収差をゼロにすることは DM 、 DS 、 AP 、 AS のいずれについても不可能である。

【0031】

しかしながら、発明者は、眼球回旋角 β を固定すると、各収差が物体視度 D_o に関してほぼ線形に変化しており、ある特定の β に対して近似的には以下の式 (11) ~ (14) により表し得ることを見いだした。

$$DM \div A \cdot D_o + B \quad \cdots (11)$$

$$DS \div C \quad \cdots (12)$$

$$AP \div A/2 \cdot D_o + (B + C)/2 \quad \cdots (13)$$

$$AS \equiv A \cdot Do + (B - C) \quad \cdots (14)$$

【0032】

A, B, Cは特定の β に対する係数であり、図4に示すように、第i番目の屈折面の前後の屈折率を n_{i-1} , n_i 、光線の入射角 θ_i および射出角 θ_i' の余弦を ξ_i , ξ_i' 、光線通過位置でのメリジオナルおよびサジタル断面の曲率を C_{mi} , C_{si} 、中心での曲率を C_i とし、レンズ外面より d_o の距離にある物点から発した光束についてCoddingtonの式を用いて追跡し、レンズが十分に薄いという近似を用いると、以下の式(15)～(17)により表される。

$$A \equiv (\xi_1 / \xi_1')^2 \cdot (\xi_2 / \xi_2') - 1 \quad \cdots (15)$$

$$B \equiv (n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2} \cdot C_{m1} - (n_1 - 1) \cdot C_1 \\ + (\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2} \cdot C_{m2} - (1 - n_1) \cdot C_2 \quad \cdots (16)$$

$$C \equiv (n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot C_{s1} - (n_1 - 1) \cdot C_1 + (\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot C_{s2} - (1 - n_1) \cdot C_2 \quad \cdots (17)$$

【0033】

係数Aの値は、物体視度 Do に対するDMの変化率であり、係数Bの値は $Do=0$ 即ち物体距離が無限遠の場合のDMの値そのものである。係数Cの値はDSの値そのものであり、 Do に依らず一定である。ここで式(15)に着目すると、係数Aは光線と面法線との角度だけに依存しており、光線通過位置における非球面の曲率には左右されない。すなわち、およそそのカーブが同じであれば、非球面の程度を多少変化させても係数Aの値は変化しない。ベースカーブが極端に深いような特殊な場合を除くと、レンズの屈折力が負の場合には $\xi_1 < \xi_2'$ であり、係数Aの値は負、レンズの屈折力が正の場合には $\xi_1 > \xi_2'$ であり、係数Aの値は正になる。

【0034】

係数Bの式(16)は、光線通過位置における非球面のメリジオナル断面曲率を含んでいるため、非球面の程度を変えることによって係数Bの値が変化する。したがって、DMを表す直線は、非球面の程度を変えることにより、平行にシフトすることになる。

【0035】

係数Cの式(17)は、光線通過位置における非球面のサジタル断面曲率を含んでいる。一般的に、回転対称非球面のサジタル断面曲率 $C_s(h)$ は、メリジオナル断面形状を $Z(h)$ として、以下の式(18)により求められる。

$$C_s(h) = Z'(h) / [h \cdot \sqrt{1 + Z'(h)^2}] \quad \cdots (18)$$

すなわち、サジタル断面曲率はメリジオナル断面形状の傾きに依存し、係数Aと同じく、非球面の程度を多少変化させても係数Cの値は変化しない。

【0036】

したがって、レンズの材質の屈折率とベースカーブが与えられた後、レンズ設計者が収差補正上採りうる有効な手段は、非球面の部位毎にメリジオナル断面曲率を適当に変更して、諸収差が適当なバランスになるように、係数Bの値を決定することのみである。すなわち、コントロールできるのは係数Bのみであるため、収差バランスをとるにも限界があり、回転対称面のみを用いながら、遠方視も近方視も性能の良いレンズを設計することはできない。そこで、本発明による非球面眼鏡レンズでは、レンズ上部と下部とを別形状とした非回転対称非球面を用い、上部は遠方を見るのに適した形状、レンズ下部は近方を見るのに適した形状としている。

【0037】

図4において、光学中心に対して上下対称な位置の収差を計算するため、 $+\beta$ 方向(上部)から入射する光束と $-\beta$ 方向(下部)から入射する光束とを想定する。以下、上部に対応する量を表す文字には(+)を、下部に対応する量を表す文字には(-)を添えて表す。レンズ上部と下部との形状の違いは、収差特性を変化させるための非球面量の違いであり、おおよその形状は共通である。したがって、上部と下部とを別形状としても、係数A、Cの値は共通である。したがって、収差のバランスを上部と下部で変えるためには係数Bの値を変える必要がある。

【0038】

式(16)をレンズ上部と下部とで別々に書くと以下の式(16')、(16'')の通りである。

$$B(+) = (n_1 \varepsilon_1' (+) - \varepsilon_1 (+)) \cdot (\varepsilon_2 (+) / \varepsilon_2' (+))^2 \cdot \varepsilon_1' (+)^{-2} \cdot C_{m1} (+) \\ - (n_1 - 1) \cdot C_1 + (\varepsilon_2' (+) - n_1 \varepsilon_2 (+)) \cdot \varepsilon_2' (+)^{-2} \cdot C_{m2} (+) - (1 - n_1)$$

・ $C_2 \cdots (16')$

$$B(-) = (n_1 \xi_1'(-) - \xi_1(-)) \cdot (\xi_2(-) / \xi_2'(-))^2 \cdot \xi_1'(-)^{-2} \cdot C_{m1}(-) \\ - (n_1 - 1) \cdot C_1 + (\xi_2'(-) - n_1 \xi_2(-)) \cdot \xi_2'(-)^{-2} \cdot C_{m2}(-) - (1 - n_1)$$

・ $C_2 \cdots (16'')$

ここで、光線が屈折面を通過する角度は上部と下部とではほぼ同じであるから、 $\xi_1(+) = \xi_1(-)$ 、 $\xi_1'(+) = \xi_1'(-)$ 、 $\xi_2(+) = \xi_2(-)$ 、 $\xi_2'(+) = \xi_2'(-)$ である。これらの角度をそれぞれ ξ_1 、 ξ_1' 、 ξ_2 、 ξ_2' で表し、(16') から式(16'') を引くと、以下の式(19)が得られる。

$$B(+) - B(-) = (n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2} \cdot [C_{m1}(+) - C_{m1}(-)] \\ + (\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2} \cdot [C_{m2}(+) - C_{m2}(-)] \cdots (19)$$

ここで、 $(n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2}$ や $(\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2}$ は収差に対する面の曲率の寄与を表す係数と考えることができ、垂直入射であれば $(n_1 - 1)$ および $(1 - n_1)$ となる。

【0039】

内面が非回転対称非球面で外面が対称性のある面(球面、トーリック面、回転対称非球面等)である場合には、 $C_{m1}(+) - C_{m1}(-) = 0$ であるから、式(19)は式(20)のように変形できる。

$$B(+) - B(-) = (\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2} \cdot [C_{m2}(+) - C_{m2}(-)] \cdots (20)$$

【0040】

マイナスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 > 0$ である。また、係数Aの値は負であるため、DM、AP、ASの値とも物体視度 D_o が小さくなる(物体距離が近づく)ほど増加する。従って近方視による各収差の値の増加を抑える為には $B(-)$ の値を $B(+)$ の値より小さくしておく、すなわち、 $B(+) > B(-)$ とする必要がある。さらに、 $(\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2} < 0$ であることも考慮すると、式(20)から以下の関係を導くことができる。

$$C_{m2}(-) - C_{m2}(+) > 0$$

この不等式は、レンズ上部側の内面の曲率が、レンズ下部側の内面の曲率より小さいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(3)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 1】

プラスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 < 0$ である。また、係数Aの値は正であるので、DM、AP、ASの値は物体視度 D_o が小さくなるほど小さくなるため、マイナスレンズの場合とは逆に、 $B(+)<B(-)$ とする必要がある。さらに、 $(\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2} < 0$ であることも考慮すると、式(20)から以下の関係を導くことができる。

$$C_{m2}(-) - C_{m2}(+) < 0$$

この不等式は、レンズ上部側の内面の曲率が、レンズ下部側の内面の曲率より大きいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(4)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 2】

外面が非回転対称非球面で内面が対称性のある面(球面、トーリック面、回転対称非球面等)である場合には、 $C_{m2}(+) - C_{m2}(-) = 0$ であるから、式(19)は以下の式(21)のように変形できる。

$$B(+)-B(-)=(n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2} \cdot [C_{m1}(+) - C_{m1}(-)] \quad \dots$$

(21)

【0 0 4 3】

マイナスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 > 0$ である。また $B(+)>B(-)$ とする必要がある。さらに、 $(n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2} > 0$ であることも考慮すると、式(21)から以下の関係を導くことができる。

$$C_{m1}(-) - C_{m1}(+) < 0$$

この不等式は、レンズ上部側の外面の曲率が、レンズ下部側の外面の曲率より大きいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(5)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 4】

プラスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 < 0$ である。また、 $B(+)<B(-)$ とする必要がある。さらに、 $(n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2} > 0$ であることも考慮すると、式(21)から以下の関係を導くことができる。

$$C_{m1}(-) - C_{m1}(+) > 0$$

この不等式は、レンズ上部側の外面の曲率が、レンズ下部側の外面の曲率より小さいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(6)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 5】

両面が非回転対称非球面の場合には、本来は式(19)をそのまま使わねばならないが、 ξ, ξ' は面と光線のなす角度の余弦であり、レンズのみからは特定できないため、条件式からは除外すべきである。そこで、光線が面に斜めに入射することを無視して $(n_1 \xi_1' - \xi_1) \cdot (\xi_2 / \xi_2')^2 \cdot \xi_1'^{-2}$ と $(\xi_2' - n_1 \xi_2) \cdot \xi_2'^{-2}$ を垂直入射の場合の $(n_1 - 1)$ および $(1 - n_1)$ に置き換える。すると式(19)は以下の式(22)のように整理できる。

$$\begin{aligned} B(+)-B(-) &= (n_1 - 1) \cdot [C_{m1}(+) - C_{m1}(-)] + (1 - n_1) \cdot [C_{m2}(+) - C_{m2}(-)] \\ &= (n_1 - 1) \cdot [[C_{m2}(-) - C_{m1}(-)] - [C_{m2}(+) - C_{m1}(+)]] \quad \dots(22) \end{aligned}$$

【0 0 4 6】

マイナスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 > 0$ であり、また $B(+)>B(-)$ とする必要があるので、 $(n_1 - 1) > 0$ であることも考慮すると式(22)から以下の関係を導くことができる。

$$[C_{m2}(-) - C_{m1}(-)] - [C_{m2}(+) - C_{m1}(+)] > 0$$

この不等式は、レンズ上部側の内面と外面との曲率差が、レンズ下部側の内面と外面との曲率差より小さいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(1)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 7】

プラスレンズの場合には、 $C_2 - C_1 < 0$ であり、また $B(+)<B(-)$ とする必要があるので、 $(n_1 - 1) > 0$ であることも考慮すると式(22)から以下の関係を導くことができる。

$$[C_{m2}(-) - C_{m1}(-)] - [C_{m2}(+) - C_{m1}(+)] < 0$$

この不等式は、レンズ上部側の内面と外面との曲率差が、レンズ下部側の内面と外面との曲率差より大きいことを表している。すなわち、上記の説明で条件(2

)の根拠が示されたことになる。

【0 0 4 8】

次に、上記実施形態についての 1 2 の実施例と、6 つの比較例とを説明する。
6 種類の度数のそれぞれについて、2 つの実施例と 1 つの比較例の 3 つの設計例を示し、これらを比較して説明する。なお、以下の実施例および比較例においては全て屈折率を 1. 6 7 としている。

【0 0 4 9】

【実施例 1】

実施例 1 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないマイナスレンズであり、その仕様は表 1 に示される。外面は表 1 に示す曲率を持つ球面、内面は非回転対称非球面である。図 5 (A), (B) の表は、枠入れ基準点 4 からの距離 h [mm]、交線 7 の x 軸に対する角度 θ [°] で示される極座標 (h, θ) における交線 7 方向の外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 5 (A) に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 0 5 0】

【表 1】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
外面曲率 C 1 球面	1 . 3 5 [D]
内面曲率 C 2 非回転対称非球面	7 . 3 6 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 5 1】

図 6 (A), (B) は、角度 θ を固定し、枠入れ基準点 4 からの距離 h の変化に対して外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ がそれぞれどのように変化するかを、 $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ について示したグラフである。外面は球面であるため、図 6 (A) では全て重複する直線で表される。図 6 (B) では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に $45^\circ, 135^\circ$ が重なった曲線、 90° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 $225^\circ, 315^\circ$ が重なった曲

線、 270° の曲線が配列している。

【 0 0 5 2 】

また、図 7 (A), (B) は、距離 h を固定し、 x 軸からの角度 θ の変化に対して外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ がそれぞれどのように変化するかを、 $h=10\text{mm}$, 15mm , 20mm , 25mm のそれぞれについて示したグラフである。外面は球面であるため、図 7 (A) では全て重複する直線で表される。図 7 (B) では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側) で最小、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側) で最大となっている。

【 0 0 5 3 】

さらに、図 8 (A), (B) は、距離 h を固定し、 x 軸からの角度 θ の変化に対してマイナスレンズの条件 (5) の左辺 $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件 (3) の左辺 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値がどのように変化するかを、 $h=10\text{mm}$, 15mm , 20mm , 25mm のそれぞれについて示したグラフである。外面は球面であるため、図 8 (A) では全て重複する直線で表される。図 8 (B) では、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。例えば、図 8 (B) における $h=10$ の曲線上の $\theta=90^\circ$ の点は、 $C_2(10, 270) - C_2(10, 90)$ の値を示している。図 5 (B) から $C_2(10, 270)=7.00$ 、 $C_2(10, 90)=6.70$ がわかるので、 $h=10$ の曲線上の $\theta=90^\circ$ での値は 0.30 となる。 $h=10\text{mm}$, 15mm , 20mm , 25mm のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図 8 (B) から明らかである。すなわち、実施例 1 の非球面眼鏡レンズは、条件 (3) を満足する。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、距離 h を固定し、 x 軸からの角度 θ の変化に対してマイナスレンズの条件 (1) の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値がどのように変化するかを、 $h=10\text{mm}$, 15mm , 20mm , 25mm のそれぞれについて示したグラフである。いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}$, 15mm , 20mm , 25mm のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲で

は $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 9 から明らかである。すなわち、実施例 1 の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0 0 5 5】

図 1 0 (A), (B) は、実施例 1 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図 1 0 (A) が平均屈折力誤差、図 1 0 (B) が非点収差を示す。グラフ中、平面座標はそれぞれ垂直方向の眼球回旋角 $\beta_v [^\circ]$ 、水平方向の眼球回旋角 $\beta_h [^\circ]$ 、垂直座標は各収差の発生量 $AP [D]$ 、 $AS [D]$ を示している。なお、各収差図は、垂直方向の眼球回旋角 $\beta_v = 50^\circ$ から -50° の範囲に、物体距離を無限大 ($D_o = 0$) から 250mm ($D_o = -4$) まで連続的に変化させて割り当て、各回旋角について割り当てられた物体距離で評価した収差をまとめて示している。すなわち、レンズ上部は遠方視での性能が重視されるために評価対象となる物体距離を長くし、レンズ下部は近方視での性能が重視されるため、下部にいくにしたがって評価対象となる物体距離を短くして収差を評価している。このような収差の表現は、以下の実施例、比較例の収差図においても同様である。

【0 0 5 6】

【実施例 2】

実施例 2 の非球面眼鏡レンズは、実施例 1 と同一の球面屈折力を有し、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないマイナスレンズであり、その仕様は表 2 に示される。内面は表 2 に示す曲率を持つ球面、外面は非回転対称非球面である。図 1 1 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。内面は球面であるため、曲率は全ての座標で同一である。

【0 0 5 7】

【表 2】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 非回転対称非球面	6 . 7 7 [D]
内面曲率 C2 球面	1 2 . 8 0 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 5 8】

図 1 2 (A), (B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 1 2 (A)では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に $22.5^\circ, 315^\circ$ が重なった曲線、 270° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 $45^\circ, 135^\circ$ が重なった曲線、 90° の曲線が配列している。内面は球面であるため、図 1 2 (B)では全て重複した直線で表される。

【0 0 5 9】

また、図 1 3 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 1 3 (A)では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。内面は球面であるため、図 1 3 (B)では全て重複した直線で表される。

【0 0 6 0】

さらに、図 1 4 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。図 1 4 (A)では、 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ が負の値をとることは図 1 4 (A)から明らかである。すなわち、実施例 2 の非球面眼鏡レンズは、条件(5)を満足する。内面は球面であるため、図 1 4 (B)では全て重複した直線で表される。

【0 0 6 1】

図 1 5 は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 1 5 から明らかである。すなわち、実施例 2 の非球面眼鏡レンズは

、条件(1)を満足する。

【0 0 6 2】

図 1 6 (A), (B)は、実施例 2 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図 1 6 (A)が平均屈折力誤差、図 1 6 (B)が非点収差を示す。

【0 0 6 3】

【比較例 1】

表 3 は、実施例 1, 2 と同一の球面屈折力、中心厚を有する比較例 1 の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表 3 に示す曲率を持つ球面、外面は回転対称非球面である。図 1 7 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。内面は球面であるため、曲率は全ての座標で同一である。

【0 0 6 4】

【表 3】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 回転対称非球面	2 . 4 4 [D]
内面曲率 C2 球面	8 . 4 6 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 6 5】

図 1 8 (A), (B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図 1 8 (A)に示すように全ての曲線が重なっている。内面は球面であるため、図 1 8 (B)では全て重複する直線で表される。

【0 0 6 6】

また、図 1 9 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 1 9 (A)では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率は大い。内面は球面であるため、図 1 9 (B)では全て重複する直線で表される。

【0 0 6 7】

さらに、図 2 0 (A), (B)、図 2 1 は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)、条件(3)、条件(1)の左辺の値の変化を示す。外面、内面共に回転対称であるため、各条件の左辺の値は角度によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0 0 6 8】

図 2 2 (A), (B)は、比較例 1 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図 1 0、図 1 6 と図 2 2 とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例 1 に対して、非回転対称非球面を用いた実施例 1, 2 の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 0 6 9】

【実施例 3】

実施例 3 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含むマイナスレンズであり、その仕様は表 4 に示される。外面は表 4 に示す曲率を持つ球面、内面は非回転対称非球面である。図 2 3 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 2 3 (A)に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 0 7 0】

【表 4】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	0 [°]
外面曲率 C1 球面	1 . 3 5 [D]
内面曲率 C2 非回転対称非球面	7 . 3 6 ~ 1 3 . 3 8 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 7 1】

図 2 4 (A), (B)は、距離 h の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 2 4 (A)では全て重複する直線で表される。図 2 4 (B)では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が最も曲率が小さい側(左側)で重なっており、これから曲率が大きい側(右側)に

向けて順に 45° , 135° が重なった曲線、 225° , 315° が重なった曲線、 90° の曲線、 270° の曲線が配列している。内面が円柱屈折力を含むため、 $h = 0$ での曲率が角度 θ により異なる。

【0072】

また、図 2 5 (A), (B) は、角度 θ の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 2 5 (A) では全て重複する直線で表される。図 2 5 (B) では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、正弦波的にうねっているが、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側) でのピークの方が $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側) でのピークより小さくなっている。

【0073】

さらに、図 2 6 (A), (B) は、角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は球面であるため、図 2 6 (A) では全て重複する直線で表される。図 2 6 (B) では、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図 2 6 (B) から明らかである。すなわち、実施例 3 の非球面眼鏡レンズは、条件(3)を満足する。

【0074】

図 2 7 は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 2 7 から明らかである。すなわち、実施例 3 の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0075】

図 2 8 (A), (B) は、実施例 3 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフ

であり、図 2 8 (A) が平均屈折力誤差、図 2 8 (B) が非点収差を示す。

【0 0 7 6】

【実施例 4】

実施例 4 の非球面眼鏡レンズは、実施例 3 と同一の球面屈折力、円柱屈折力を持つマイナスレンズであり、その仕様は表 5 に示される。内面は表 5 に示す曲率を持つトーリック面、外面は非回転対称非球面である。図 2 9 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0 0 7 7】

【表 5】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	0 [°]
外面曲率 C1 非回転対称非球面	2 . 4 4 [D]
内面曲率 C2 トーリック面	8 . 4 6 ~ 1 4 . 4 7 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 7 8】

図 3 0 (A), (B) は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 3 0 (A) では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に 22.5° , 315° が重なった曲線、 270° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 90° の曲線、 45° , 135° が重なった曲線が配列している。内面はトーリック面であるため、図 3 0 (B) では曲率が小さい側に実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との直線が重なっており、中間に 45° , 135° 、 225° , 315° の直線が重なり、曲率が大きい側に 90° と 270° の直線が重なって表示されている。

【0 0 7 9】

また、図 3 1 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 3 1 (A) では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ \sim 135^\circ$ (レンズ上部側) の範囲で最大、

$\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、ほとんどの θ において、距離 h が大きいほど曲率は大きく、かつ、上部と下部との曲率差は大きくなっている。内面はトーリック面であるため、図31(B)では全て重複した正弦的な曲線で表される。

【0080】

さらに、図32(A),(B)は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta+180)-C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta+180)-C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。図32(A)では、 $C_1(h, \theta+180)-C_1(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_1(h, \theta+180)-C_1(h, \theta)$ が負の値をとることは図32(A)から明らかである。すなわち、実施例4の非球面眼鏡レンズは、条件(5)を満足する。内面はトーリック面であるため、対称位置での曲率差はゼロとなり、図32(B)では全て重複した直線で表される。

【0081】

図33は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180)-C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta+180)-C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図33から明らかである。すなわち、実施例4の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0082】

図34(A),(B)は、実施例4の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図34(A)が平均屈折力誤差、図34(B)が非点収差を示す。

【0083】

【比較例2】

表6は、実施例3, 4と同一の球面屈折力、円柱屈折力、中心厚を有する比較

例 2 の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表 6 に示す曲率を持つトーリック面、外面は回転対称非球面である。図 3 5 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0 0 8 4】

【表 6】

球面屈折力 S P H	- 4 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	0 [°]
外面曲率 C1 回転対称非球面	2 . 4 4 [D]
内面曲率 C2 トーリック面	8 . 4 6 ~ 1 4 . 4 7 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 8 5】

図 3 6 (A), (B) は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図 3 6 (A) に示すように全ての曲線が重なっている。内面は図 3 6 (B) に示すように実施例 4 と同一のトーリック面である。

【0 0 8 6】

また、図 3 7 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 3 7 (A) では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率は大い。内面はトーリック面であるため、図 3 7 (B) では全て重複した正弦的な曲線で表される。

【0 0 8 7】

さらに、図 3 8 (A), (B)、図 3 9 は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件 (5)、条件 (3)、条件 (1) の左辺の値の変化を示す。外面は回転対称非球面、内面は光軸に対して対称なトーリック面であるため、各条件の左辺の値は角度 θ 、距離 h によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0 0 8 8】

図 4 0 (A), (B) は、比較例 2 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図 2 8、図 3 4 と図 4 0 とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例 2 に対して、非回転対称非球面を用いた実施例 3, 4 の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 0 8 9】

【実施例 5】

実施例 5 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないマイナスレンズであり、その仕様は表 7 に示される。外面は表 7 に示す曲率を持つ球面、内面は非回転対称非球面である。図 4 1 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 4 1 (A) に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 0 9 0】

【表 7】

球面屈折力 S P H	- 8 . 0 0 [D]
外面曲率 C 1 球面	0 . 6 8 [D]
内面曲率 C 2 非回転対称非球面	1 2 . 7 1 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 0 9 1】

図 4 2 (A), (B) は、距離 h の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 4 2 (A) では全て重複する直線で表される。図 4 2 (B) では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に 45° , 135° が重なった曲線、 90° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 225° , 315° が重なった曲線、 270° の曲線が配列している。

【0 0 9 2】

また、図 4 3 (A), (B) は、角度 θ の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 4 3 (A) では全て重複する直線で表される。図 4 3 (B) では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最

大となっている。

【0093】

さらに、図44(A),(B)は、角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は球面であるため、図44(A)では全て重複する直線で表される。図44(B)では、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図44(B)から明らかである。すなわち、実施例5の非球面眼鏡レンズは、条件(3)を満足する。

【0094】

図45は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図45から明らかである。すなわち、実施例5の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0095】

図46(A),(B)は、実施例5の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図46(A)が平均屈折力誤差、図46(B)が非点収差を示す。

【0096】

【実施例6】

実施例6の非球面眼鏡レンズは、実施例5と同一の球面屈折力を有し、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないマイナスレンズであり、その仕様は表8に示される。外面は回転対称非球面、内面は非回転対称非球面である。図47(A),(B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【 0 0 9 7 】

【表 8】

球面屈折力 S P H	- 8 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 回転対称非球面	1 . 7 3 [D]
内面曲率 C2 非回転対称非球面	1 3 . 7 6 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【 0 0 9 8 】

図 4 8 (A), (B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 4 8 (A)では、全ての曲線が重複している。図 4 8 (B)では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に 45° , 135° が重なった曲線、 90° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 225° , 315° が重なった曲線、 270° の曲線が配列している。

【 0 0 9 9 】

また、図 4 9 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 4 9 (A)では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率も大きい。図 4 9 (B)では、いずれの距離 h においても、曲率 $C_2(h, \theta)$ は $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。

【 0 1 0 0 】

さらに、図 5 0 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。内面は回転対称非球面であるため、図 5 0 (A)に示すように、条件(5)の左辺の値は角度 θ 、距離 h によらずゼロである。条件(3)の左辺の値は、図 5 0 (B)に示すように、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図 5 0 (B)から明らかである。すなわち、実施例 6 の非球面眼鏡レ

レンズは、条件(3)を満足する。

【0 1 0 1】

図 5 1 は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 5 1 から明らかである。すなわち、実施例 6 の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0 1 0 2】

図 5 2 (A), (B) は、実施例 6 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図 5 2 (A) が平均屈折力誤差、図 5 2 (B) が非点収差を示す。

【0 1 0 3】

【比較例 3】

表 9 は、実施例 5, 6 と同一の球面屈折力、中心厚を有する比較例 3 の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表 9 に示す曲率を持つ球面、外面は回転対称非球面である。図 5 3 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。内面は球面であるため、曲率は全ての座標で同一である。

【0 1 0 4】

【表 3】

球面屈折力 S P H	- 8 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 回転対称非球面	1 . 7 3 [D]
内面曲率 C2 球面	1 3 . 7 6 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 1 0 5】

図 5 4 (A), (B) は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図 5 4 (A) に示すように全ての曲線が重な

っている。内面は球面であるため、図 5 4 (B) では全て重複する直線で表される。

【0 1 0 6】

また、図 5 5 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 5 5 (A) では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率も大きい。内面は球面であるため、図 5 5 (B) では全て重複する直線で表される。

【0 1 0 7】

さらに、図 5 6 (A), (B)、図 5 7 は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)、条件(3)、条件(1)の左辺の値の変化を示す。外面、内面共に回転対称であるため、各条件の左辺の値は角度によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0 1 0 8】

図 5 8 (A), (B) は、比較例 3 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図 4 6、図 5 2 と図 5 8 とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例 3 に対して、非回転対称非球面を用いた実施例 5, 6 の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 1 0 9】

【実施例 7】

実施例 7 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含むマイナスレンズであり、その仕様は表 1 0 に示される。外面は表 1 0 に示す曲率を持つ球面、内面は非回転対称非球面である。図 5 9 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 5 9 (A) に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 1 1 0】

【表 1 0】

球面屈折力 S P H	- 8 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	9 0 [°]

外面曲率 C1	球面	0. 6 8 [D]
内面曲率 C2	非回転対称非球面	1 2. 7 1 ~ 1 8. 7 2 [D]
中心厚 T		1. 1 0 [mm]

【0 1 1 1】

図 6 0 (A), (B) は、距離 h の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 6 0 (A) では全て重複する直線で表される。図 6 0 (B) では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が最も曲率大きい側(右側)で重なっており、これから曲率が小さい側(左側)に向けて順に 225° , 315° が重なった曲線、 45° , 135° が重なった曲線、 270° の曲線、 90° の曲線が配列している。内面が円柱屈折力を含むため、 $h = 0$ での曲率が角度 θ により異なる。

【0 1 1 2】

また、図 6 1 (A), (B) は、角度 θ の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 6 1 (A) では全て重複する直線で表される。図 6 1 (B) では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側)と $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側)とで極小値をとるが、 $\theta = 270^\circ$ における曲率の方が大きい。

【0 1 1 3】

さらに、図 6 2 (A), (B) は、角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は球面であるため、図 6 2 (A) では全て重複する直線で表される。図 6 2 (B) では、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 45 \sim 135^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 225 \sim 315^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図 6 2 (B) から明らかである。すなわち、実施例 7 の非球面眼鏡レンズは、条件(3)を満足する。

【0 1 1 4】

図 6 3 は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h,$

θ)の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ \sim 135^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta = 225^\circ \sim 315^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 6 3 から明らかである。すなわち、実施例 7 の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0 1 1 5】

図 6 4 (A), (B)は、実施例 7 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図 6 4 (A)が平均屈折力誤差、図 6 4 (B)が非点収差を示す。

【0 1 1 6】

【実施例 8】

実施例 8 の非球面眼鏡レンズは、実施例 7 と同様の球面屈折力、円柱屈折力を持つマイナスレンズであり、その仕様は表 1 1 に示される。外面は回転対称非球面、内面は非回転対称非球面である。図 6 5 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0 1 1 7】

【表 1 1】

球面屈折力 S P H	- 8 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	9 0 [°]
外面曲率 C 1 回転対称非球面	1 . 0 1 [D]
内面曲率 C 2 非回転対称非球面	1 3 . 0 4 ~ 1 9 . 0 5 [D]
中心厚 T	1 . 1 0 [mm]

【0 1 1 8】

図 6 6 (A), (B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 6 6 (A)では、全ての曲線が重複して示されている。図 6 6 (B)では、曲率が大きい側に実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、曲率が小さくなる側に向けて順に、 225° , 315° が重なった曲線、 45° , 135° が重なった曲線、 270° の曲線、 90° の曲線が配列して

いる。

【0 1 1 9】

また、図 6 7 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ は、図 6 7 (A) に示すように、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率は小さい。また、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ は、図 6 7 (B) に示すように、いずれの距離 h においても、 $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側) と $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側) とで極小値をとるが、 $\theta = 270^\circ$ における曲率の方が大きい。

【0 1 2 0】

さらに、図 6 8 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(3)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、対称位置での曲率差はゼロとなり、 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値は、図 6 8 (A) に示すように全て重複した直線で表される。一方、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ \sim 135^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta = 225^\circ \sim 315^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が正の値をとることは図 6 8 (A) から明らかである。すなわち、実施例 8 の非球面眼鏡レンズは、条件(3)を満足する。

【0 1 2 1】

図 6 9 は、角度 θ の変化に対する条件(1)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ \sim 135^\circ$ (レンズ上部側) で最大、 $\theta = 225^\circ \sim 315^\circ$ (レンズ下部側) で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が正の値をとることは図 6 9 から明らかである。すなわち、実施例 8 の非球面眼鏡レンズは、条件(1)を満足する。

【0 1 2 2】

図70(A),(B)は、実施例8の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図70(A)が平均屈折力誤差、図70(B)が非点収差を示す。

【0123】

【比較例4】

表12は、実施例7、8と同一の球面屈折力、円柱屈折力、中心厚を有する比較例4の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表12に示す曲率を持つトーリック面、外面は回転対称非球面である。図71(A),(B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0124】

【表6】

球面屈折力SPH	-8.00[D]
乱視屈折力CYL	-4.00[D]
乱視軸方向AX	90[°]
外面曲率C1 回転対称非球面	1.01[D]
内面曲率C2 トーリック面	13.04~19.05[D]
中心厚T	1.10[mm]

【0125】

図72(A),(B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図72(A)に示すように全ての曲線が重なっている。内面はトーリック面であるため、図72(B)では曲率が大きい側に実線で示される $\theta=0^\circ$ と 180° との直線が重なっており、中間に 45° 、 135° 、 225° 、 315° の直線が重なり、曲率が小さい側に 90° と 270° の直線が重なって表示されている。

【0126】

また、図73(A),(B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。曲率 $C_1(h, \theta)$ は、図73(A)に示すように、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率も大きい。内面はトーリック面であるため、図73(B)では全て重複した正

弦的な曲線で表される。

【0 1 2 7】

さらに、図 7 4 (A), (B)、図 7 5 は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(5)、条件(3)、条件(1)の左辺の値の変化を示す。外面は回転対称非球面、内面は光軸に対して対称なトーリック面であるため、各条件の左辺の値は角度によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0 1 2 8】

図 7 6 (A), (B)は、比較例 4 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図 6 4、図 7 0 と図 7 6 とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例 4 に対して、非回転対称非球面を用いた実施例 7, 8 の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 1 2 9】

【実施例 9】

実施例 9 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないプラスレンズであり、その仕様は表 1 3 に示される。外面は表 1 3 に示す曲率を持つ球面、内面は非回転対称非球面である。図 7 7 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 7 7 (A)に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 1 3 0】

【表 7】

球面屈折力 S P H	4 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 球面	6 . 9 6 [D]
内面曲率 C2 非回転対称非球面	1 . 0 2 [D]
中心厚 T	3 . 8 0 [mm]

【0 1 3 1】

図 7 8 (A), (B)は、距離 h の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 7 8 (A)では全て重複する直線で表される。図 7 8 (B)では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が大きい側(右側)に向けて順に 45° , 135° が重

なった曲線、 90° の曲線が配列し、曲率が小さい側(左側)に向けて順に、 225° , 315° が重なった曲線、 270° の曲線が配列している。

【0132】

また、図79(A),(B)は、角度 θ の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図79(A)では全て重複する直線で表される。図79(B)では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。

【0133】

さらに、図80(A),(B)は、角度 θ の変化に対する条件(6)の左辺 $C_1(h, \theta+180)-C_1(h, \theta)$ の値、条件(4)の左辺 $C_2(h, \theta+180)-C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は球面であるため、条件(6)の左辺の値は、図80(A)に示されるように、全て重複する直線で表される。条件(4)の左辺の値は、図80(B)に示されるように、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta+180)-C_2(h, \theta)$ が負の値をとることは図80(B)から明らかである。すなわち、実施例9の非球面眼鏡レンズは、条件(4)を満足する。

【0134】

図81は、角度 θ の変化に対する条件(2)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180)-C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta+180)-C_{2-1}(h, \theta)$ が負の値をとることは図81から明らかである。すなわち、実施例9の非球面眼鏡レンズは、条件(2)を満足する。

【0135】

図82(A),(B)は、実施例9の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフ

であり、図 8 2 (A) が平均屈折力誤差、図 8 2 (B) が非点収差を示す。

【0 1 3 6】

【実施例 1 0】

実施例 6 の非球面眼鏡レンズは、実施例 9 と同一の球面屈折力を有し、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含まないプラスレンズであり、その仕様は表 1 4 に示される。外面は非回転対称非球面、内面は回転対称非球面である。図 8 3 (A), (B) の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0 1 3 7】

【表 1 4】

球面屈折力 S P H	4 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 非回転対称非球面	7 . 1 8 [D]
内面曲率 C2 回転対称非球面	1 . 2 6 [D]
中心厚 T	4 . 3 0 [mm]

【0 1 3 8】

図 8 4 (A), (B) は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 8 4 (A) では実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境に曲率が小さい側(左側)に向けて順に 45° , 135° が重なった曲線、 90° の曲線が配列し、曲率が大きい側(右側)に向けて順に、 225° , 315° が重なった曲線、 270° の曲線が配列している。図 8 4 (B) では、全ての曲線が重複して示されている。

【0 1 3 9】

また、図 8 5 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 8 5 (A) では、いずれの距離 h においても、曲率 $C_1(h, \theta)$ は $\theta = 90^\circ$ (レンズ上部側) で最小、 $\theta = 270^\circ$ (レンズ下部側) で最大となっている。曲率 $C_2(h, \theta)$ は、図 8 5 (B) に示すように、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率も大きい。

【0 1 4 0】

さらに、図 8 6 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(6)の左辺 C

$C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(4)の左辺 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。条件(6)の左辺の値は、図86(A)に示すように、いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最大、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。内面は回転対称面であるため、条件(4)の左辺の値は、図86(B)に示すように、角度 θ 、距離 h にらずゼロである。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ が正の値をとることは図86(A)から明らかである。すなわち、実施例10の非球面眼鏡レンズは、条件(4)を満足する。

【0141】

図87は、角度 θ の変化に対する条件(2)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta=90^\circ$ (レンズ上部側)で最小、 $\theta=270^\circ$ (レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が負の値をとることは図87から明らかである。すなわち、実施例10の非球面眼鏡レンズは、条件(2)を満足する。

【0142】

図88(A),(B)は、実施例10の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図88(A)が平均屈折力誤差、図88(B)が非点収差を示す。

【0143】

【比較例5】

表15は、実施例9、10と同一の球面屈折力を有する比較例5の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表15に示す曲率を持つ球面、外面は回転対称非球面である。図89(A),(B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。内面は球面であるため、曲率は全ての座標で同一である。

【0144】

【表15】

球面屈折力 S P H	4 . 0 0 [D]
外面曲率 C1 回転対称非球面	7 . 1 7 [D]
内面曲率 C2 球面	1 . 2 6 [D]
中心厚 T	4 . 3 0 [mm]

【0 1 4 5】

図 9 0 (A), (B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図 9 0 (A)に示すように全ての曲線が重なっている。内面は球面であるため、図 9 0 (B)では全て重複する直線で表される。

【0 1 4 6】

また、図 9 1 (A), (B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 9 1 (A)では、曲率 $C_1(h, \theta)$ は、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率は小さい。内面は球面であるため、図 9 1 (B)では全て重複する直線で表される。

【0 1 4 7】

さらに、図 9 2 (A), (B)、図 9 3 は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(6)、条件(4)、条件(2)の左辺の値の変化を示す。外面、内面共に回転対称であるため、各条件の左辺の値は角度によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0 1 4 8】

図 9 4 (A), (B)は、比較例 5 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図 8 2、図 8 8 と図 9 4 とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例 5 に対して、非回転対称非球面を用いた実施例 8, 9 の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0 1 4 9】

【実施例 1 1】

実施例 1 1 の非球面眼鏡レンズは、乱視矯正用の円柱屈折力処方を含むプラスレンズであり、その仕様は表 1 6 に示される。外面は表 1 6 に示す曲率を持つ球

面、内面は非回転対称非球面である。図 9 5 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。外面は球面であるため、図 9 5 (A)に示される曲率は全ての座標で同一である。

【0 1 5 0】

【表 1 6】

球面屈折力 S P H	4 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	4 5 [°]
外面曲率 C1 球面	6 . 9 6 [D]
内面曲率 C2 非回転対称非球面	1 . 0 2 ~ 7 . 0 4 [D]
中心厚 T	3 . 8 0 [mm]

【0 1 5 1】

図 9 6 (A), (B)は、距離 h の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 9 6 (A)では全て重複する直線で表される。図 9 6 (B)では、実線で示される $\theta = 0^\circ$ と 180° との曲線が重なっており、これを境にして曲率が小さい側(左側)に向けて順に 270° の曲線、 45° の曲線、 225° の曲線が配列し、曲率が大きい側に向けて、 90° の曲線、 315° の曲線、 135° の曲線が配列している。内面が円柱屈折力を含むため、 $h = 0$ での曲率が角度 θ により異なる。

【0 1 5 2】

また、図 9 7 (A), (B)は、角度 θ の変化に対する外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は球面であるため、図 9 7 (A)では全て重複する直線で表される。図 9 7 (B)では、曲率 $C_2(h, \theta)$ は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ$ 近辺(レンズ上部側)と $\theta = 225^\circ$ 近辺(レンズ下部側)とで極小値をとるが、 $\theta = 45^\circ$ 近辺における曲率の方が大きい。

【0 1 5 3】

さらに、図 9 8 (A), (B)は、角度 θ の変化に対する条件(6)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(4)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。外面は球面であるため、条件(6)の左辺の値は、図 9 8 (A)に示すよう

に、全て重複する直線で表される。図 9 8 (B)では、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値は、いずれの距離 h においても、 $\theta = 65^\circ$ 近辺(レンズ上部側)で最小、 $\theta = 245^\circ$ 近辺(レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ が負の値をとることは図 9 8 (B)から明らかである。すなわち、実施例 1 1 の非球面眼鏡レンズは、条件(4)を満足する。

【0 1 5 4】

図 9 9 は、角度 θ の変化に対する条件(2)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta = 65^\circ$ 近辺(レンズ上部側)で最小、 $\theta = 245^\circ$ 近辺(レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h = 10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が負の値をとることは図 9 9 から明らかである。すなわち、実施例 1 1 の非球面眼鏡レンズは、条件(2)を満足する。

【0 1 5 5】

図 1 0 0 (A), (B)は、実施例 1 1 の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図 1 0 0 (A)が平均屈折力誤差、図 1 0 0 (B)が非点収差を示す。

【0 1 5 6】

【実施例 1 2】

実施例 1 2 の非球面眼鏡レンズは、実施例 1 1 と同様の球面屈折力、円柱屈折力を持つプラスレンズであり、その仕様は表 1 7 に示される。外面、内面共に非回転対称非球面である。図 1 0 1 (A), (B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0 1 5 7】

【表 1 7】

球面屈折力 S P H	4 . 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4 . 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	4 5 [°]

外面曲率 C_1	非回転対称非球面	7. 1 8 ~ 4. 2 3 [D]
内面曲率 C_2	非回転対称非球面	1. 2 6 ~ 4. 2 7 [D]
中心厚 T		4. 3 0 [mm]

【 0 1 5 8 】

図 1 0 2 (A), (B) は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。図 1 0 2 (A) では、 $h = 0$ で 4.23 となる 2 本の曲線のうち、曲率の小さい側が 135° の曲線、大きい側が 315° の曲線であり、 $h=0$ で 5.71 となる 3 本の曲線のうち、実線は 0° と 180° との曲線が重複したもの、曲率の小さい側の破線は 90° の曲線、曲率の大きい側の破線は 270° の曲線であり、 $h=0$ で 7.18 となる 2 本の曲線のうち、曲率の小さい側が 45° の曲線、大きい側が 225° の曲線である。図 1 0 2 (B) では、曲率が小さい側から順に、 $45^\circ, 225^\circ$ が重なった曲線、 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ が重なった曲線、 $135^\circ, 315^\circ$ が重なった曲線が配列している。

【 0 1 5 9 】

また、図 1 0 3 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ は、図 1 0 3 (A) に示すように、いずれの距離 h においても、 $\theta = 45^\circ$ 近辺、 225° 近辺で極大値をとるが、 $\theta = 225^\circ$ 近辺における曲率の方が大きい。また、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ は、図 1 0 3 (B) に示すように、それぞれの距離 h で正弦的に変化する。

【 0 1 6 0 】

さらに、図 1 0 4 (A), (B) は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(6)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値、条件(4)の左辺 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示す。条件(6)の左辺 $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ の値は、図 1 0 4 (A) に示すように、いずれの距離 h においても、 $\theta = 60^\circ$ 近辺(レンズ上部側)で最大、 $\theta = 240^\circ$ 近辺(レンズ下部側)で最小となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。一方、内面の曲率の変化は正弦的であるため、対称位置での曲率差はゼロとなり、図 1 0 4 (B) では全ての直線が重なって表示されている。

【0161】

図105は、角度 θ の変化に対する条件(2)の左辺 $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示す。いずれの距離 h においても、 $\theta=60^\circ$ 近辺(レンズ上部側)で最小、 $\theta=240^\circ$ 近辺(レンズ下部側)で最大となっている。また、距離 h が大きくなるほど変化の振幅が大きくなっている。 $h=10\text{mm}, 15\text{mm}, 20\text{mm}, 25\text{mm}$ のいずれの値においても、 $30 \leq \theta \leq 150$ の範囲では $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ が負の値をとることは図105から明らかである。すなわち、実施例8の非球面眼鏡レンズは、条件(2)を満足する。

【0162】

図106(A),(B)は、実施例12の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、図106(A)が平均屈折力誤差、図106(B)が非点収差を示す。

【0163】

【比較例6】

表18は、実施例11, 12と同一の球面屈折力、円柱屈折力を有する比較例6の非球面眼鏡レンズの仕様を示す。内面は表18に示す曲率を持つトーリック面、外面は回転対称非球面である。図107(A),(B)の表は、外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ の分布、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の分布をそれぞれ表している。

【0164】

【表18】

球面屈折力 S P H	4. 0 0 [D]
乱視屈折力 C Y L	- 4. 0 0 [D]
乱視軸方向 A X	4 5 [°]
外面曲率 C1 回転対称非球面	7. 1 7 [D]
内面曲率 C2 トーリック面	1. 2 6 ~ 7. 2 7 [D]
中心厚 T	4. 3 0 [mm]

【0165】

図108(A),(B)は、それぞれ距離 h の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。外面は回転対称非球面であるため、 h によって曲率の変化は曲線で表されるが、図108(A)に示すように全ての曲線が

重なっている。内面はトーリック面であるため、図108(B)では曲率が小さい側に 45° 、 225° が重なった直線が表示され、曲率が大きい側に向けて 0° 、 90° 、 180° 、 270° が重なった直線、 135° 、 315° が重なった直線が順に配列している。

【0166】

また、図109(A)、(B)は、それぞれ角度 θ の変化に伴う外面の曲率 $C_1(h, \theta)$ 、内面の曲率 $C_2(h, \theta)$ の変化を示す。曲率 $C_1(h, \theta)$ は、図109(A)に示すように、角度 θ によっては変化しない直線で表される。距離 h が大きいほど曲率は小さい。内面はトーリック面であるため、図109(B)では全て重複した正弦的な曲線で表される。

【0167】

さらに、図110(A)、(B)、図111は、それぞれ角度 θ の変化に対する条件(6)、条件(4)、条件(2)の左辺の値の変化を示す。外面は回転対称非球面、内面は光軸に対して対称なトーリック面であるため、各条件の左辺の値は角度によらず全てゼロであり、いずれの条件も満たさない。

【0168】

図112(A)、(B)は、比較例6の非球面眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフである。図100、図106と図112とを比較すると、回転対称非球面を用いた比較例6に対して、非回転対称非球面を用いた実施例11、12の収差が良好に補正されていることがわかる。

【0169】

【発明の効果】

以上説明してきたように、この発明によれば、外面、内面の少なくとも一方に非回転対称非球面を用い、レンズ上部と下部との曲率を所定の条件を満たすよう設定することにより、レンズ上部は遠方視に適した性能とし、レンズ下部は近方視に適した性能とし、単焦点レンズでありながら、遠方から近方まで収差の少ない良好な性能の眼鏡レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の非球面眼鏡レンズを示し、(A)は側面断面図、(

B)は外面側から見た正面図である。

【図2】 第2の実施形態の非球面眼鏡レンズを示し、(A)は側面断面図、(B)は外面側から見た正面図である。

【図3】 眼鏡レンズの収差を計算する場合の光学的な配置を示す説明図である。

【図4】 眼鏡レンズに入射する光線の光線追跡の様子を示す説明図である。

【図5】 (A),(B)は、それぞれ実施例1の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図6】 (A),(B)は、それぞれ実施例1の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図7】 (A),(B)は、それぞれ実施例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図8】 (A),(B)は、それぞれ実施例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図9】 実施例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図10】 実施例1の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図11】 (A),(B)は、それぞれ実施例2の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図12】 (A),(B)は、それぞれ実施例2の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図13】 (A),(B)は、それぞれ実施例2の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図14】 (A),(B)は、それぞれ実施例2の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図15】 実施例2の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180)$

— $C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図16】 実施例2の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図17】 (A),(B)は、それぞれ比較例1の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図18】 (A),(B)は、それぞれ比較例1の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図19】 (A),(B)は、それぞれ比較例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図20】 (A),(B)は、それぞれ比較例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図21】 比較例1の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図22】 比較例1の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図23】 (A),(B)は、それぞれ実施例3の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図24】 (A),(B)は、それぞれ実施例3の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図25】 (A),(B)は、それぞれ実施例3の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図26】 (A),(B)は、それぞれ実施例3の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図27】 実施例3の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図28】 実施例3の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 29】 (A), (B) は、それぞれ実施例 4 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 30】 (A), (B) は、それぞれ実施例 4 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 31】 (A), (B) は、それぞれ実施例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 32】 (A), (B) は、それぞれ実施例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 33】 実施例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 34】 実施例 4 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 35】 (A), (B) は、それぞれ比較例 2 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 36】 (A), (B) は、それぞれ比較例 2 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 37】 (A), (B) は、それぞれ比較例 2 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 38】 (A), (B) は、それぞれ比較例 2 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 39】 比較例 2 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 40】 比較例 2 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 41】 (A), (B) は、それぞれ実施例 5 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 42】 (A), (B) は、それぞれ実施例 5 の眼鏡レンズの距離 h の変化に

伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 4 3】 (A), (B)は、それぞれ実施例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 4 4】 (A), (B)は、それぞれ実施例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 4 5】 実施例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 4 6】 実施例 5 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 4 7】 (A), (B)は、それぞれ実施例 6 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 4 8】 (A), (B)は、それぞれ実施例 6 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 4 9】 (A), (B)は、それぞれ実施例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 5 0】 (A), (B)は、それぞれ実施例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 5 1】 実施例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 5 2】 実施例 6 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 5 3】 (A), (B)は、それぞれ比較例 3 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 5 4】 (A), (B)は、それぞれ比較例 3 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 5 5】 (A), (B)は、それぞれ比較例 3 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 5 6】 (A), (B) は、それぞれ比較例 3 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 5 7】 比較例 3 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 5 8】 比較例 3 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 5 9】 (A), (B) は、それぞれ実施例 7 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 6 0】 (A), (B) は、それぞれ実施例 7 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 6 1】 (A), (B) は、それぞれ実施例 7 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 6 2】 (A), (B) は、それぞれ実施例 7 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 6 3】 実施例 7 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 6 4】 実施例 7 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 6 5】 (A), (B) は、それぞれ実施例 8 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 6 6】 (A), (B) は、それぞれ実施例 8 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 6 7】 (A), (B) は、それぞれ実施例 8 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 6 8】 (A), (B) は、それぞれ実施例 8 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 6 9】 実施例 8 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 7 0】 実施例 8 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 7 1】 (A), (B) は、それぞれ比較例 4 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 7 2】 (A), (B) は、それぞれ比較例 4 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 7 3】 (A), (B) は、それぞれ比較例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 7 4】 (A), (B) は、それぞれ比較例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 7 5】 比較例 4 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 7 6】 比較例 4 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 7 7】 (A), (B) は、それぞれ実施例 9 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 7 8】 (A), (B) は、それぞれ実施例 9 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 7 9】 (A), (B) は、それぞれ実施例 9 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 8 0】 (A), (B) は、それぞれ実施例 9 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 8 1】 実施例 9 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 8 2】 実施例 9 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が

平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 8 3】 (A),(B)は、それぞれ実施例 10 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 8 4】 (A),(B)は、それぞれ実施例 10 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 8 5】 (A),(B)は、それぞれ実施例 10 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 8 6】 (A),(B)は、それぞれ実施例 10 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 8 7】 実施例 10 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 8 8】 実施例 10 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 8 9】 (A),(B)は、それぞれ比較例 5 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 9 0】 (A),(B)は、それぞれ比較例 5 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 9 1】 (A),(B)は、それぞれ比較例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 9 2】 (A),(B)は、それぞれ比較例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta+180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta+180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 9 3】 比較例 5 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta+180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 9 4】 比較例 5 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A)が平均屈折力誤差、(B)が非点収差を示す。

【図 9 5】 (A),(B)は、それぞれ実施例 11 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 9 6】 (A), (B) は、それぞれ実施例 11 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 9 7】 (A), (B) は、それぞれ実施例 11 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 9 8】 (A), (B) は、それぞれ実施例 11 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 9 9】 実施例 11 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 100】 実施例 11 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 101】 (A), (B) は、それぞれ実施例 12 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 102】 (A), (B) は、それぞれ実施例 12 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 103】 (A), (B) は、それぞれ実施例 12 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 104】 (A), (B) は、それぞれ実施例 12 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 105】 実施例 12 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 106】 実施例 12 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【図 107】 (A), (B) は、それぞれ比較例 6 の眼鏡レンズの外面の曲率の分布、内面の曲率の分布を示す表である。

【図 108】 (A), (B) は、それぞれ比較例 6 の眼鏡レンズの距離 h の変化に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 109】 (A), (B) は、それぞれ比較例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化

に伴う外面の曲率の変化、内面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 1 1 0】 (A), (B) は、それぞれ比較例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_1(h, \theta + 180) - C_1(h, \theta)$ 、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

【図 1 1 1】 比較例 6 の眼鏡レンズの角度 θ の変化に対する $C_{2-1}(h, \theta + 180) - C_{2-1}(h, \theta)$ の値の変化を示すグラフである。

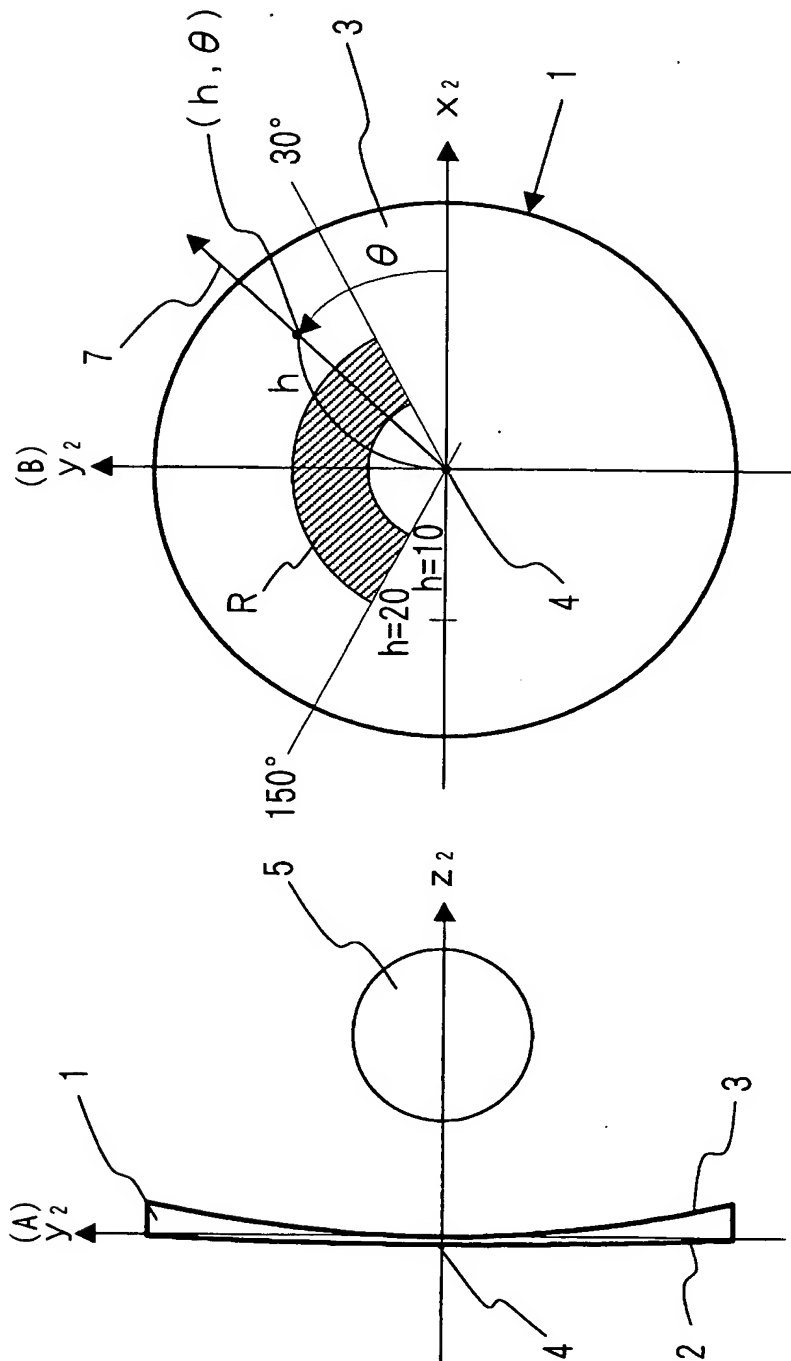
【図 1 1 2】 比較例 6 の眼鏡レンズの性能を示す三次元グラフであり、(A) が平均屈折力誤差、(B) が非点収差を示す。

【符号の説明】

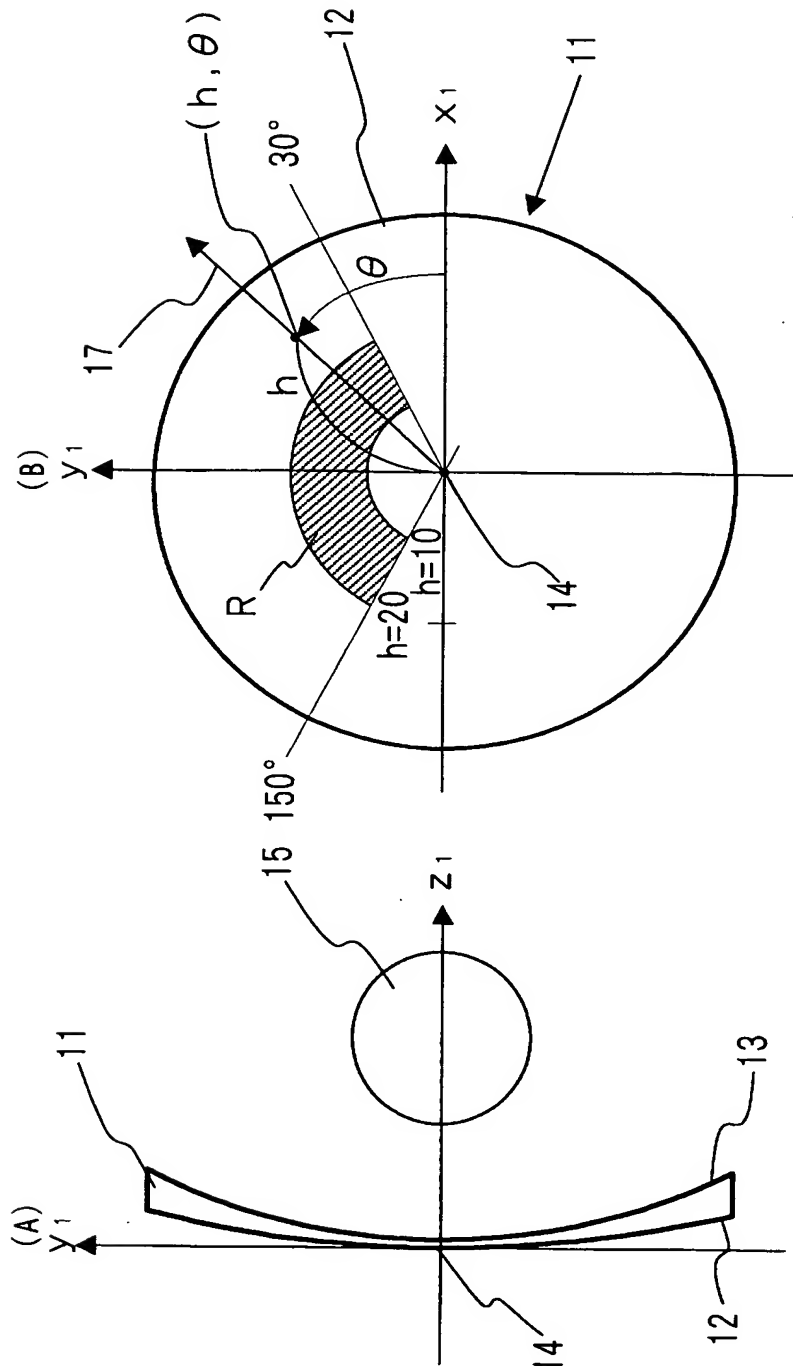
- 1 非球面眼鏡レンズ
- 2 外面
- 3 内面
- 4 枠入れ基準点

【書類名】 図面

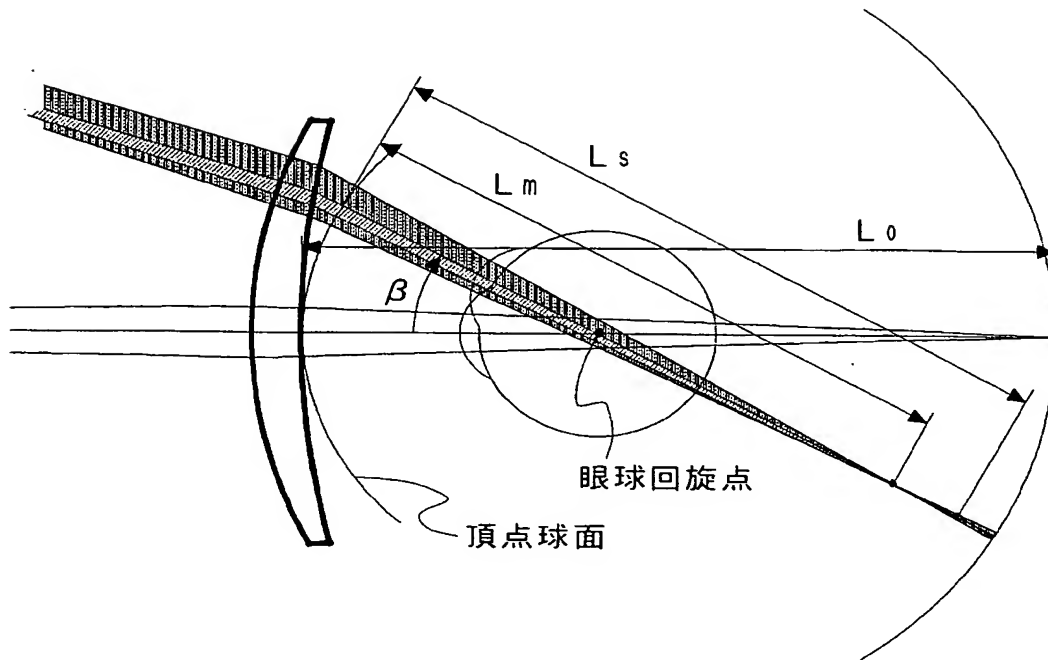
【図 1】



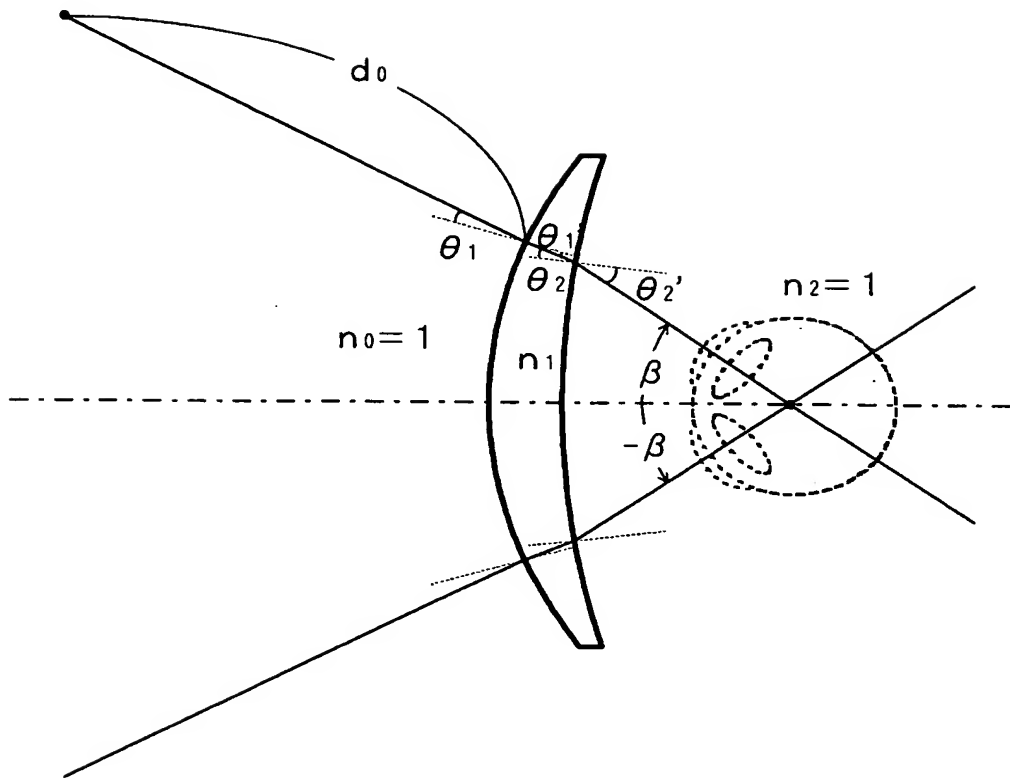
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

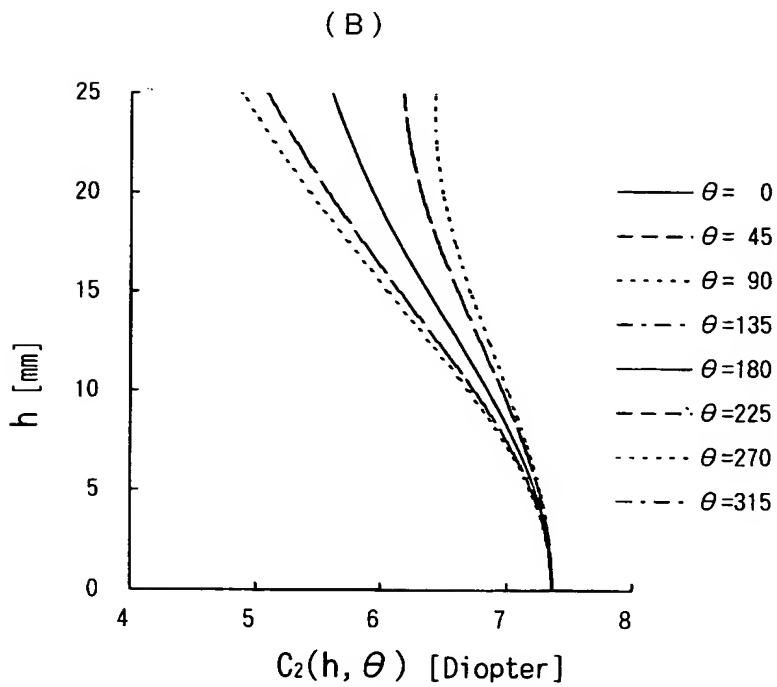
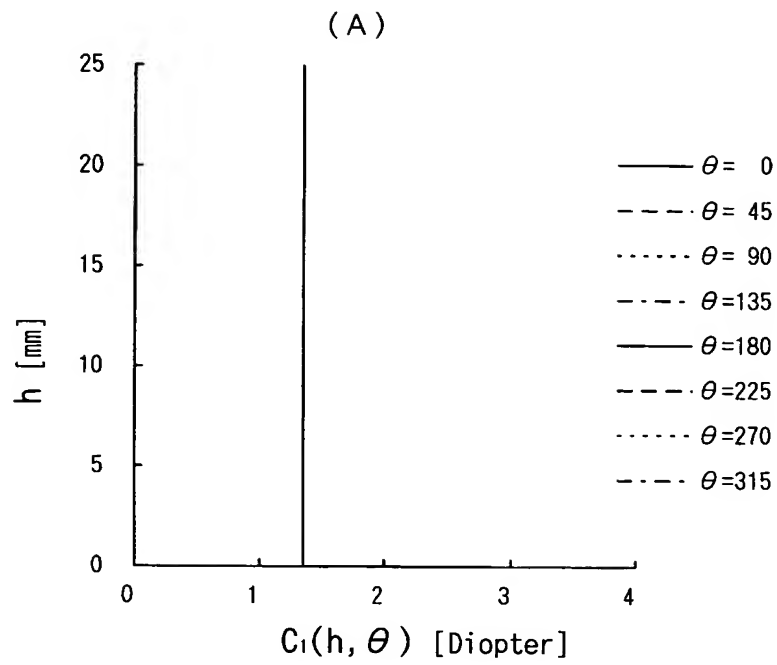
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
5.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
10.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
15.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
20.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
25.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35

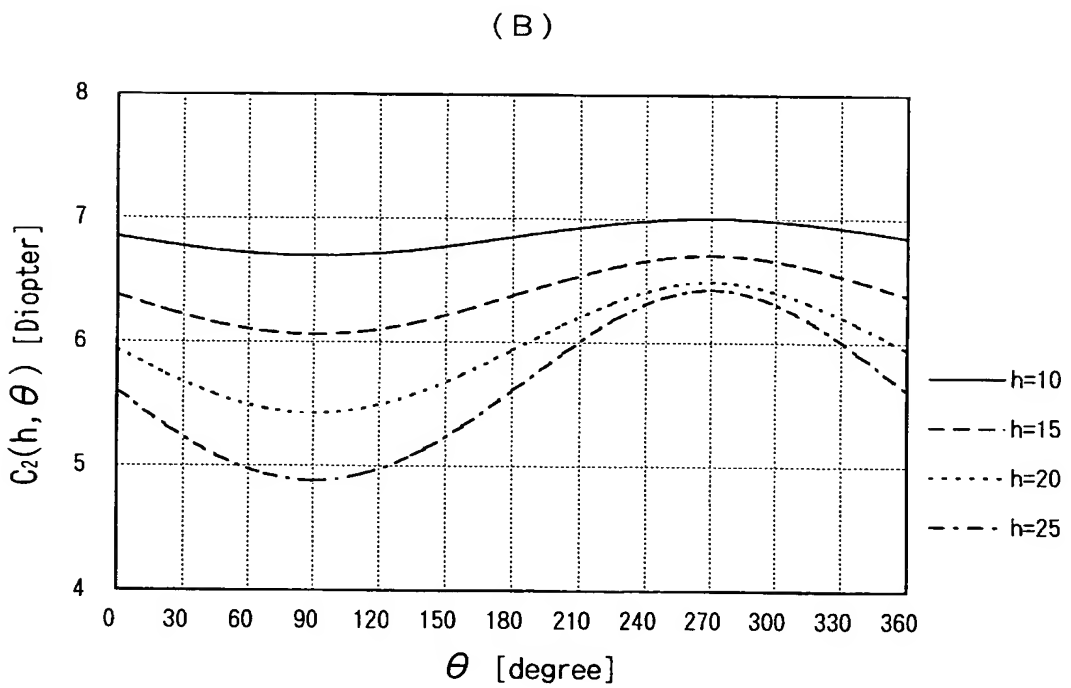
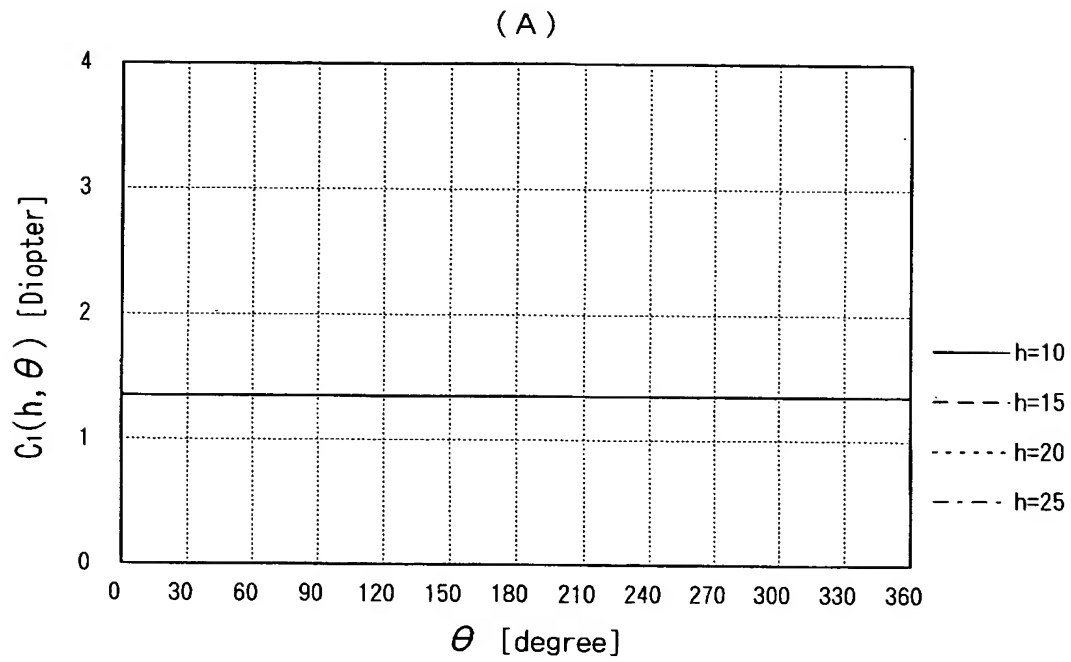
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		7.36	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36
5.0		7.22	7.19	7.18	7.19	7.22	7.25	7.26	7.25
10.0		6.85	6.74	6.70	6.74	6.85	6.96	7.00	6.96
15.0		6.38	6.15	6.06	6.15	6.38	6.61	6.71	6.61
20.0		5.94	5.57	5.43	5.57	5.94	6.32	6.49	6.32
25.0		5.61	5.08	4.88	5.08	5.61	6.18	6.43	6.18

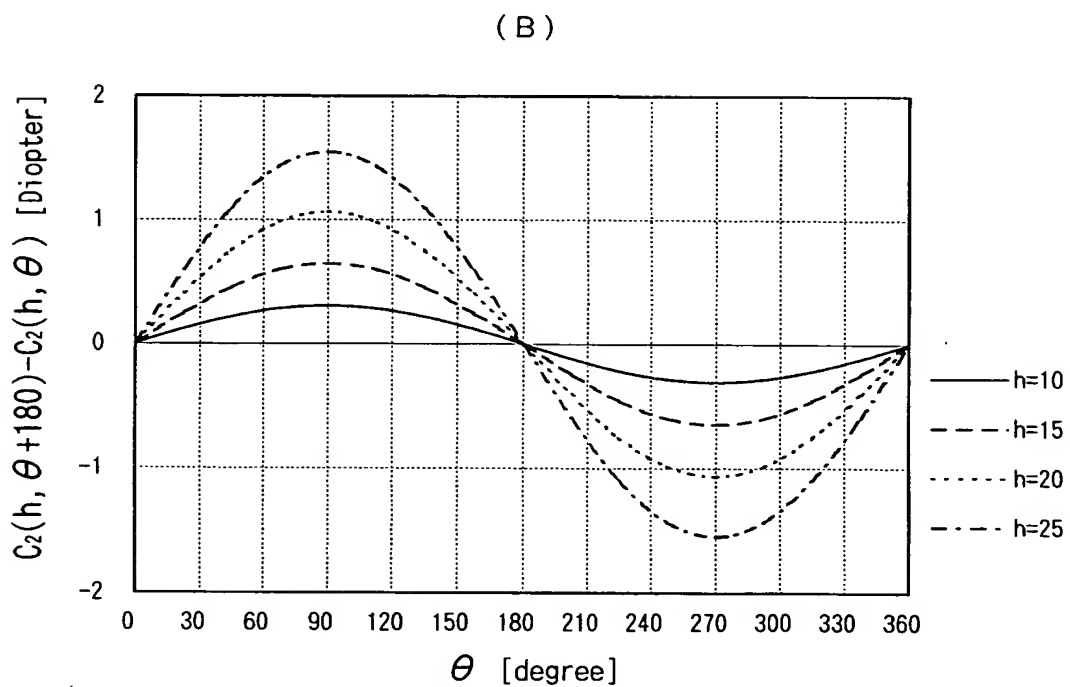
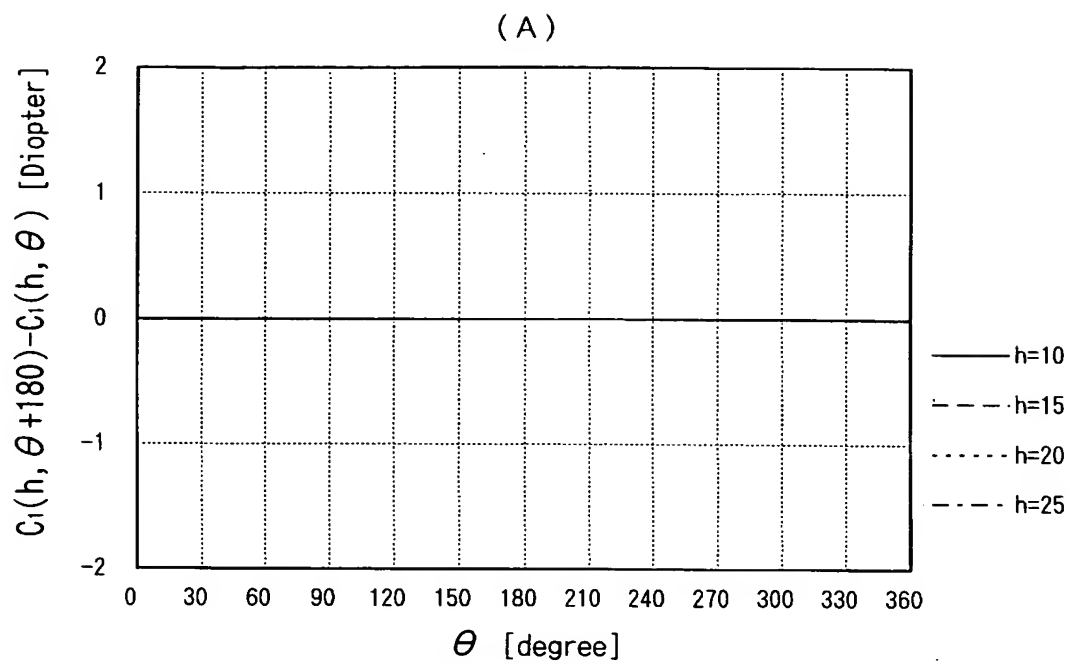
【図 6】



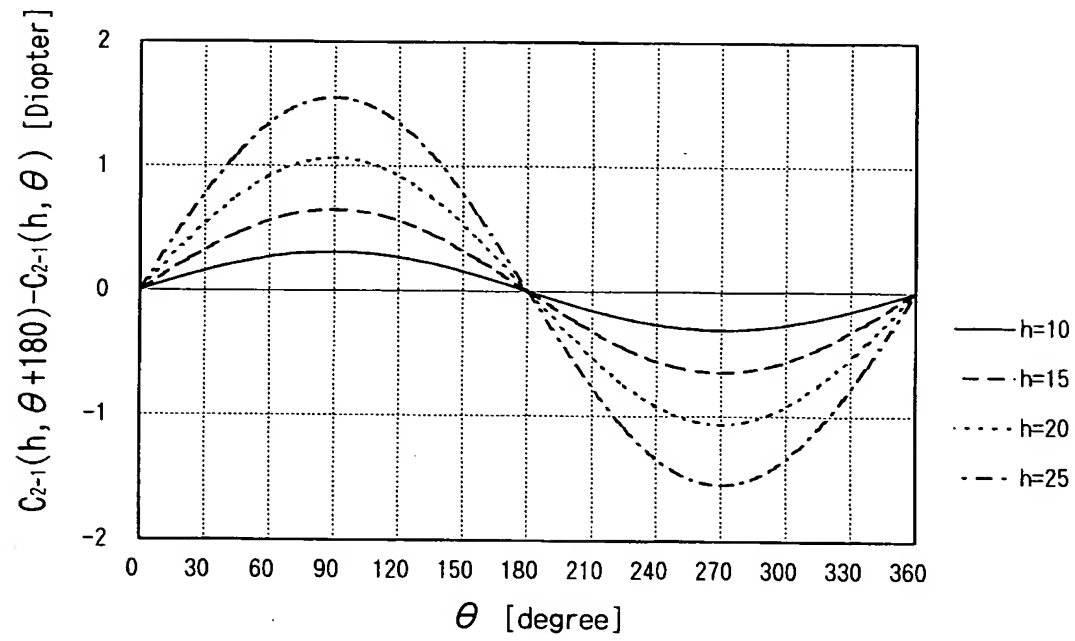
【図 7】



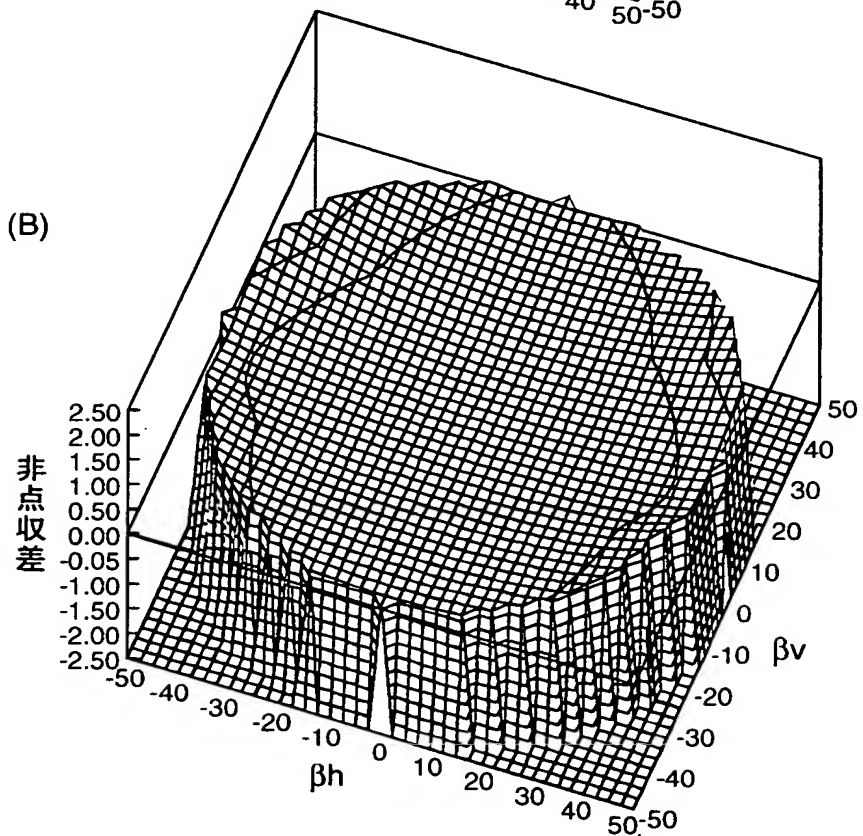
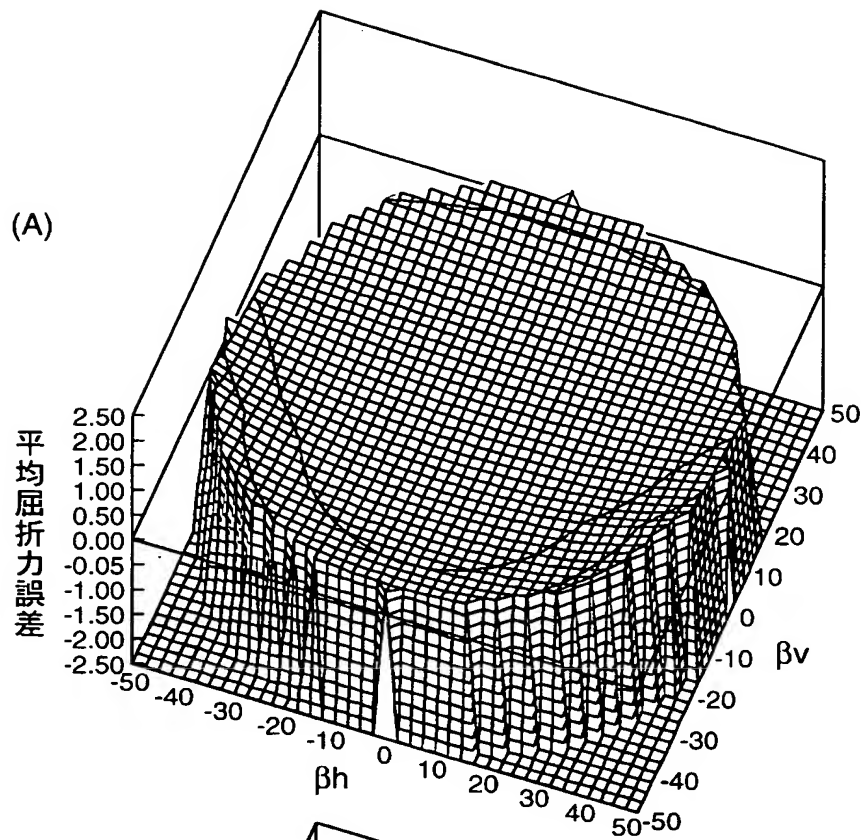
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

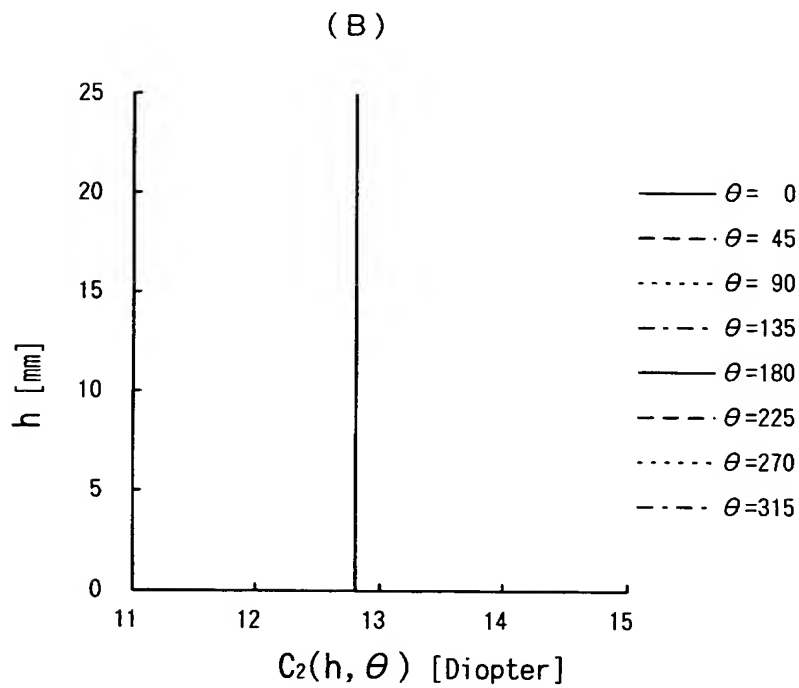
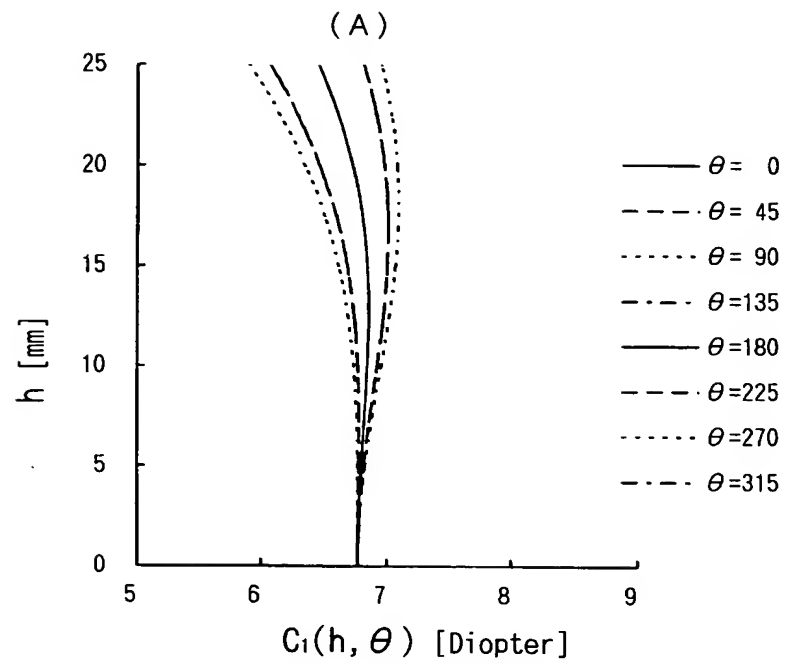
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		6.77	6.77	6.77	6.77	6.77	6.77	6.77	6.77
5.0		6.79	6.81	6.82	6.81	6.79	6.77	6.77	6.77
10.0		6.84	6.92	6.95	6.92	6.84	6.77	6.73	6.77
15.0		6.84	7.00	7.07	7.00	6.84	6.68	6.61	6.68
20.0		6.72	6.98	7.08	6.98	6.72	6.46	6.34	6.46
25.0		6.45	6.81	6.95	6.81	6.45	6.07	5.91	6.07

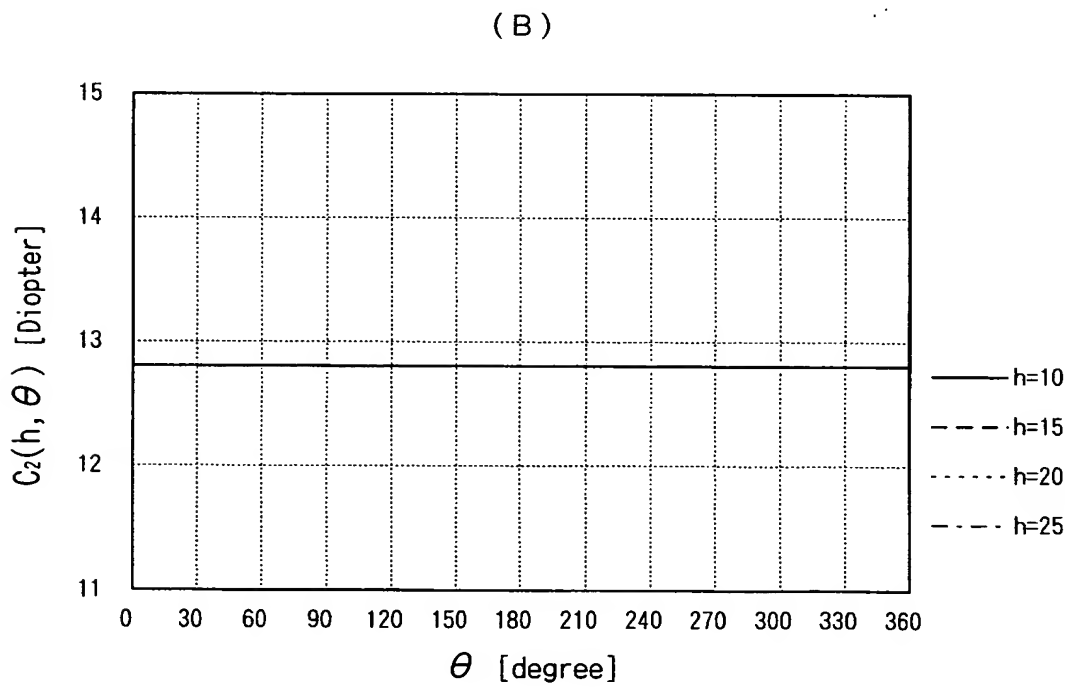
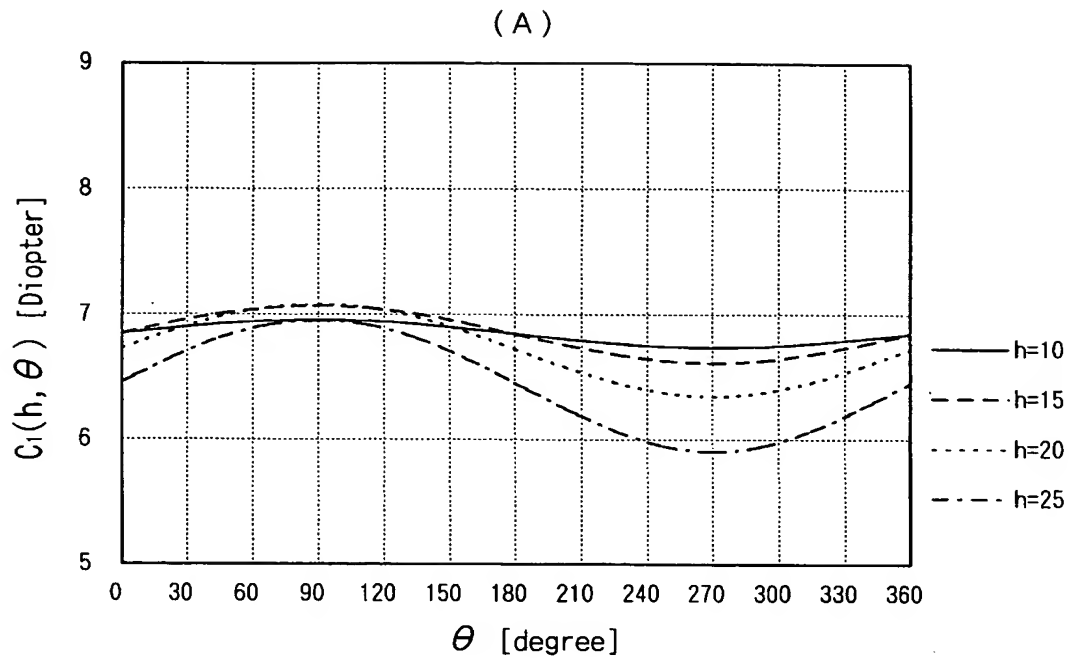
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
5.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
10.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
15.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
20.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
25.0		12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80

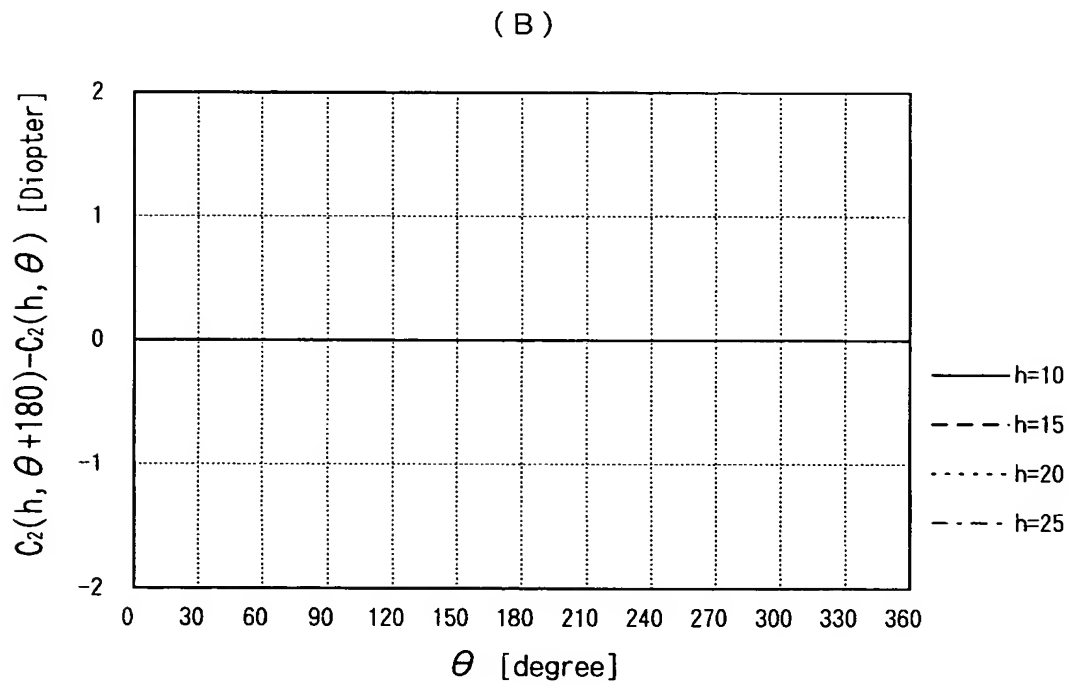
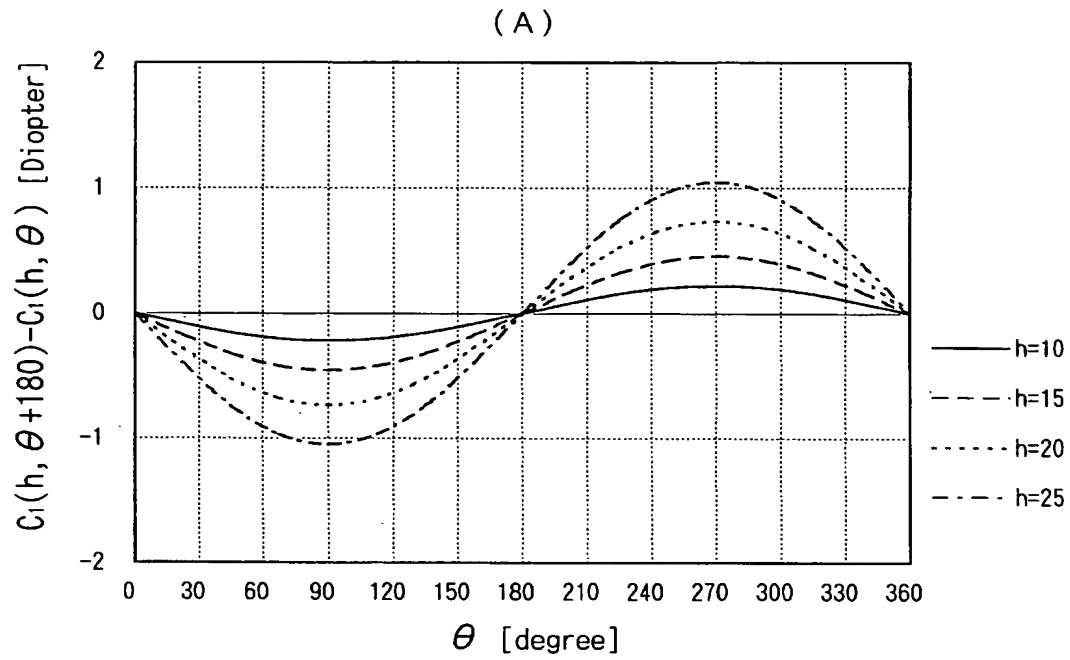
【図 12】



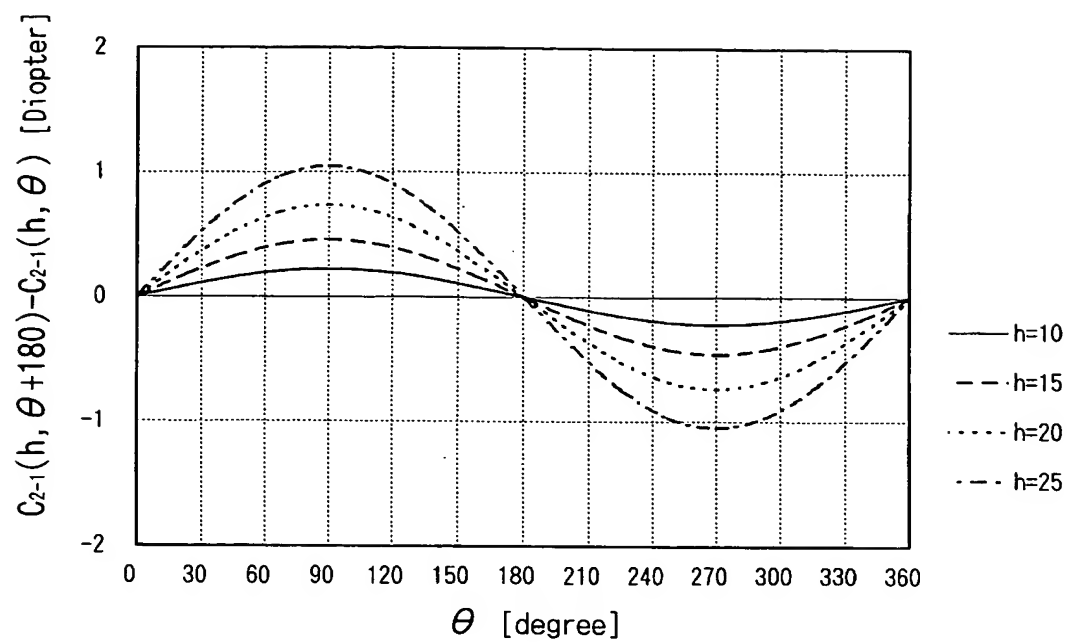
【図 13】



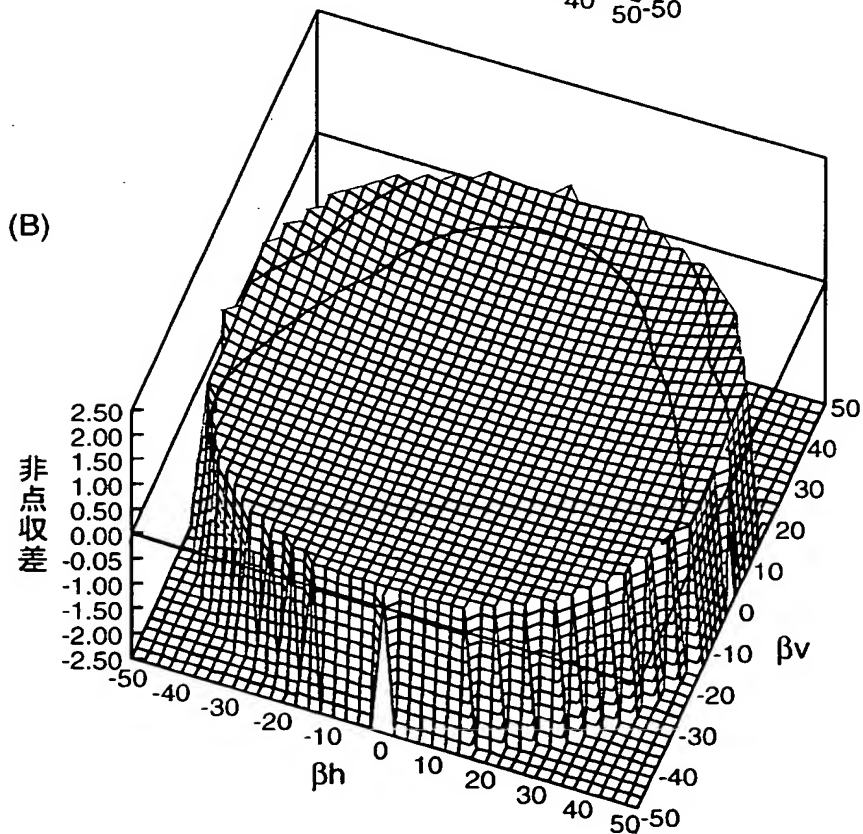
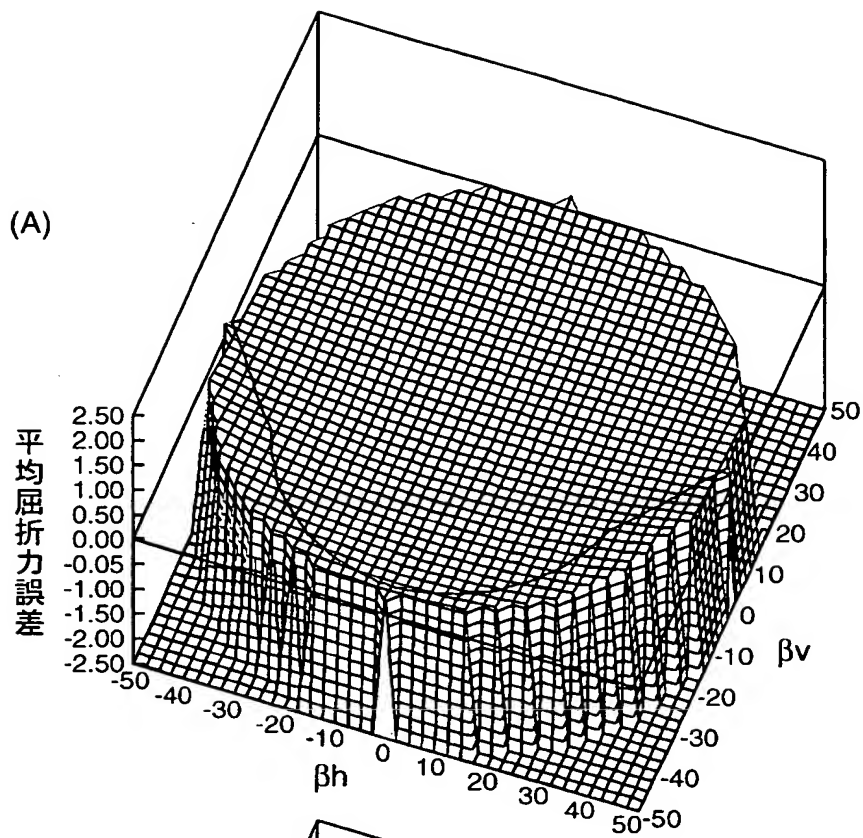
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 1 7】

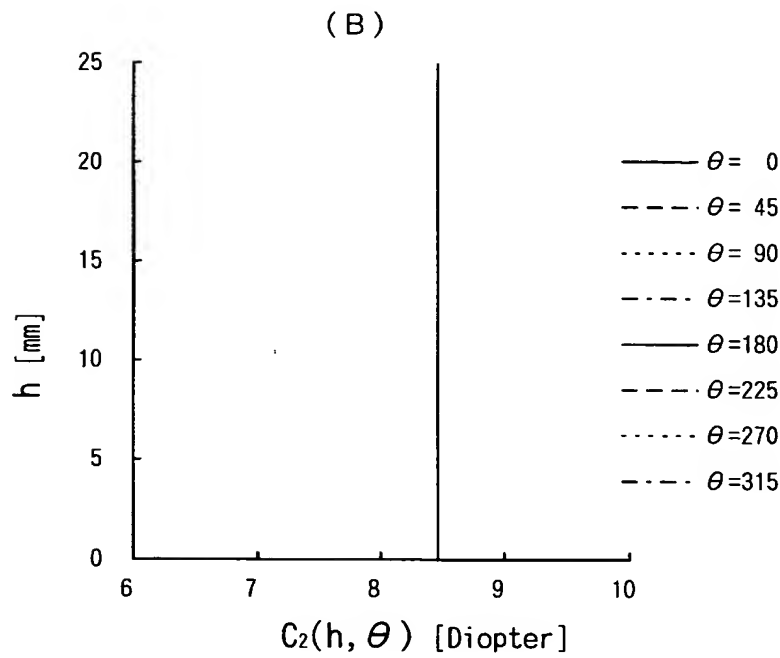
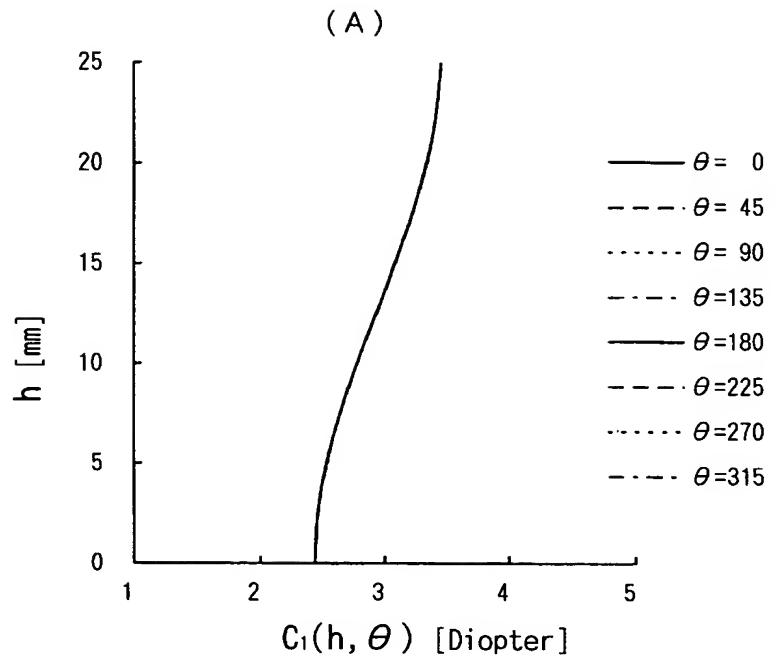
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
5.0		2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
10.0		2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
15.0		3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
20.0		3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34
25.0		3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46

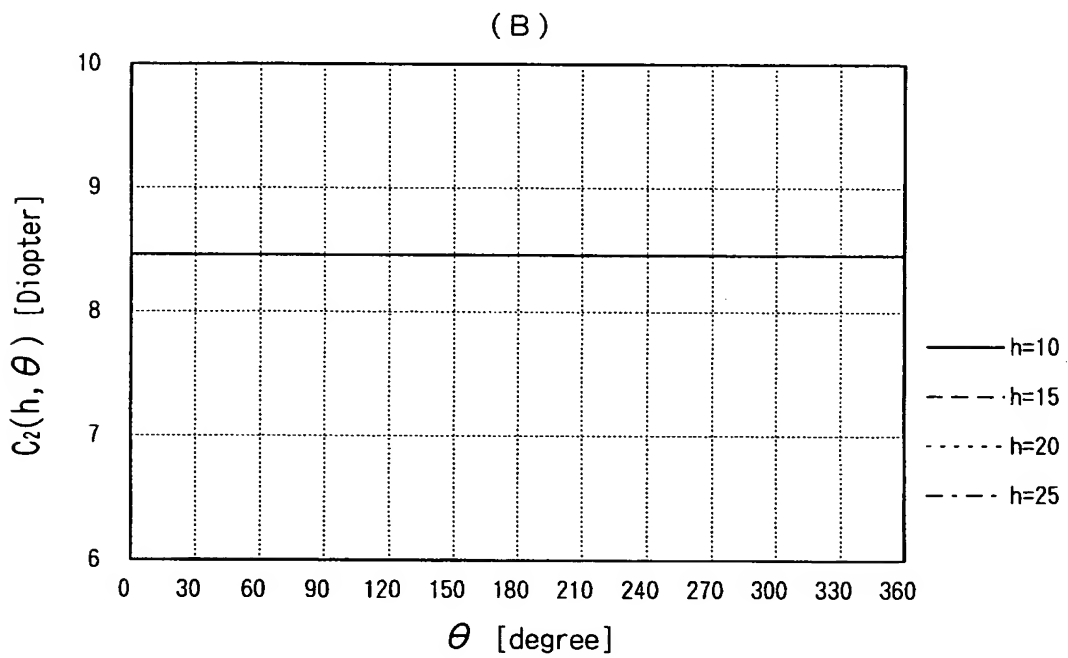
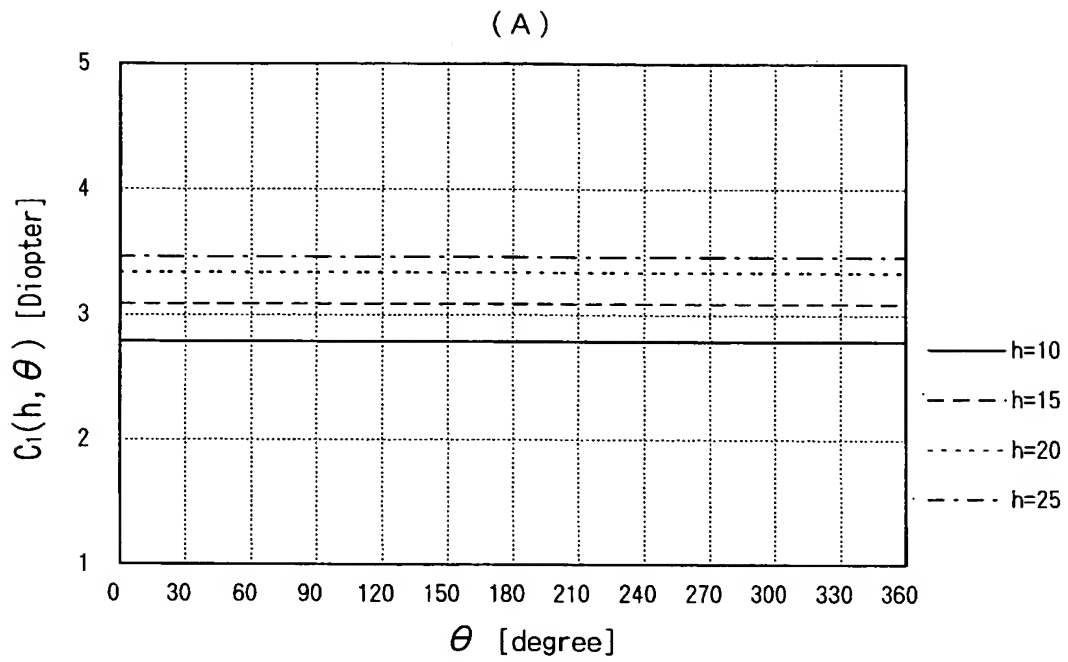
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
5.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
10.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
15.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
20.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
25.0		8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46

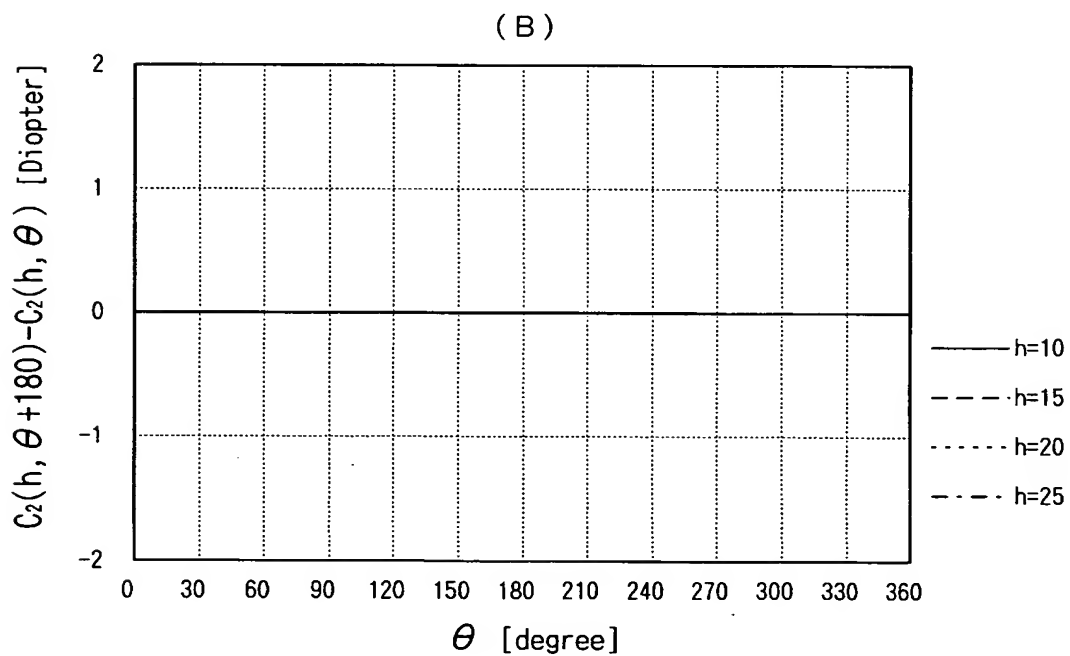
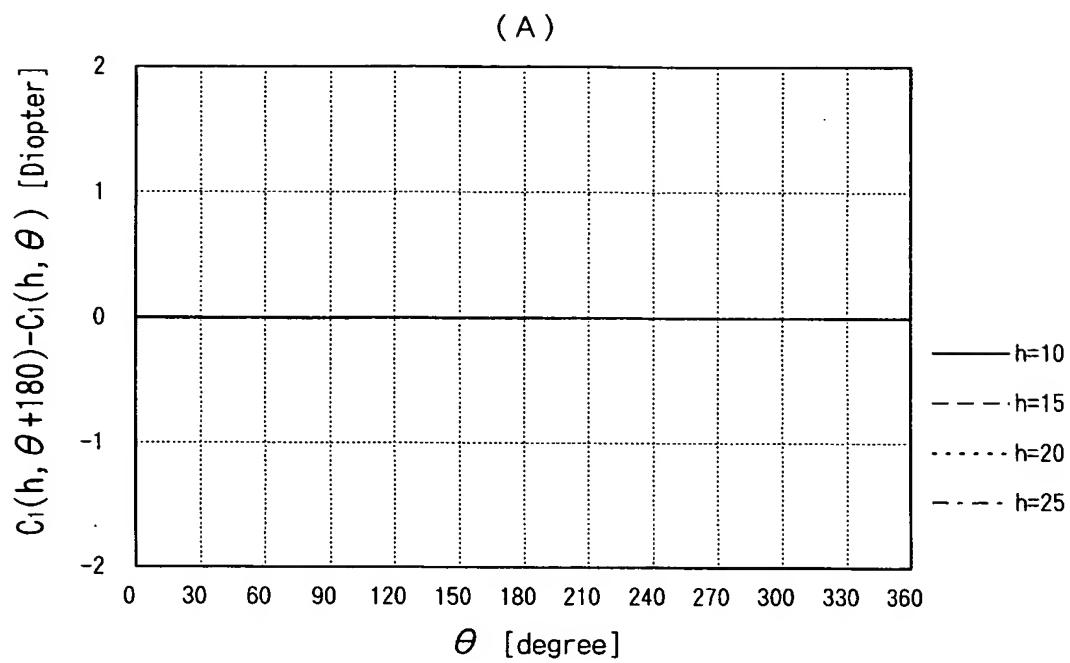
【図 18】



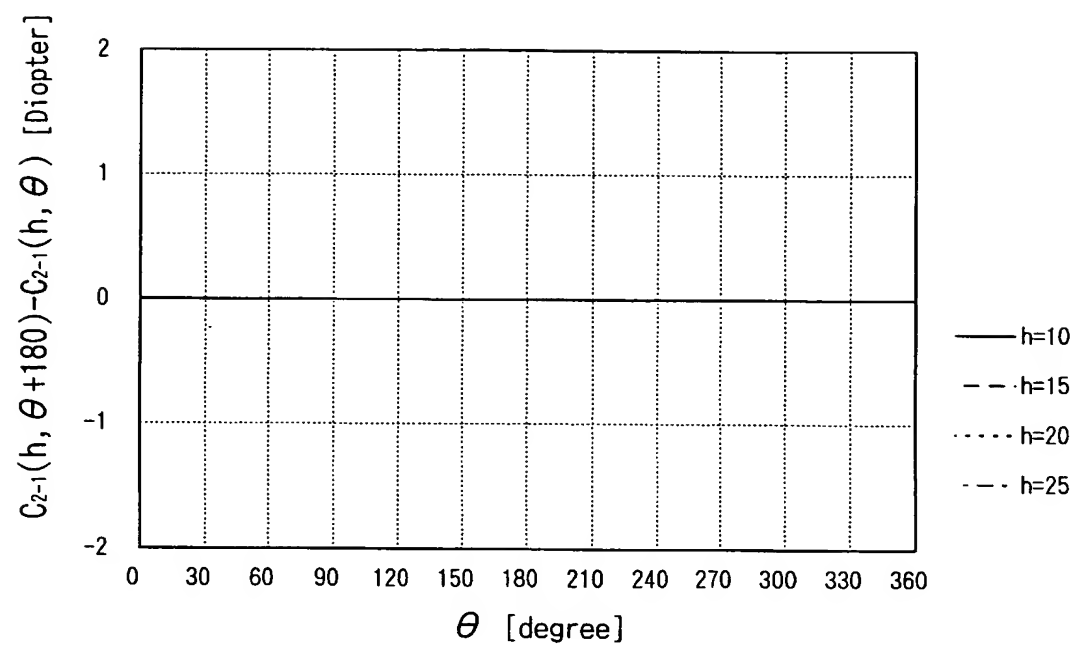
【図 19】



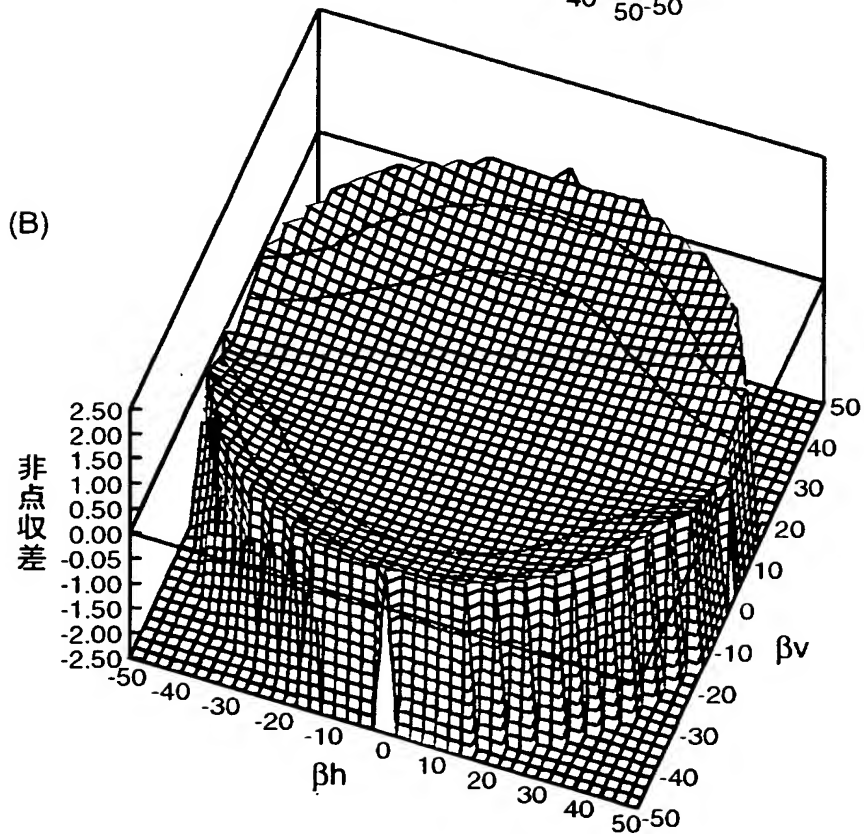
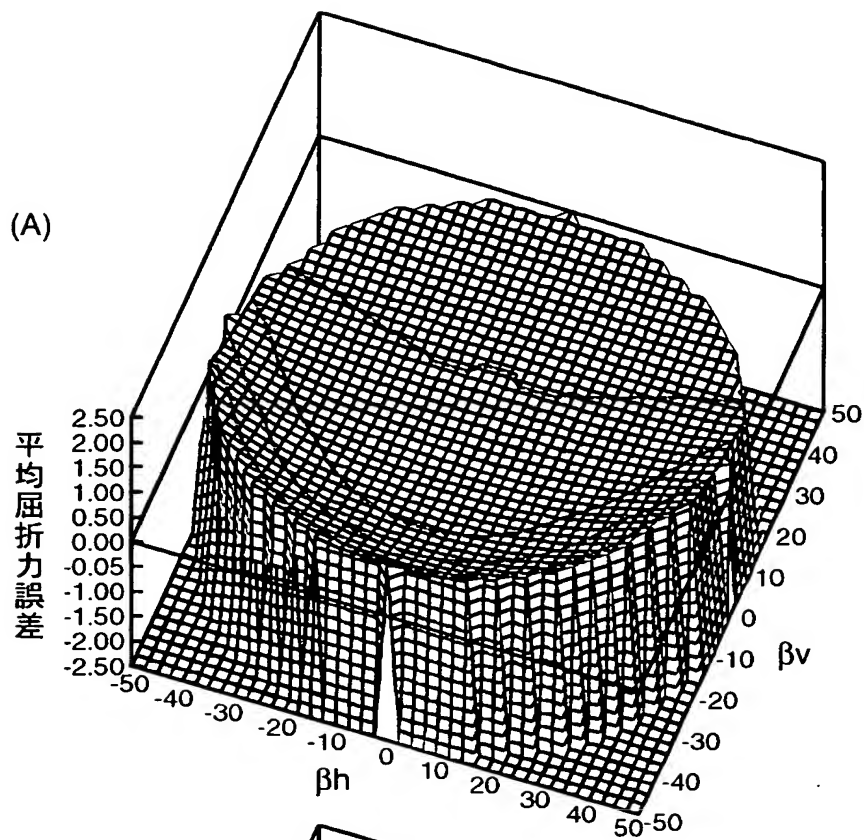
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】

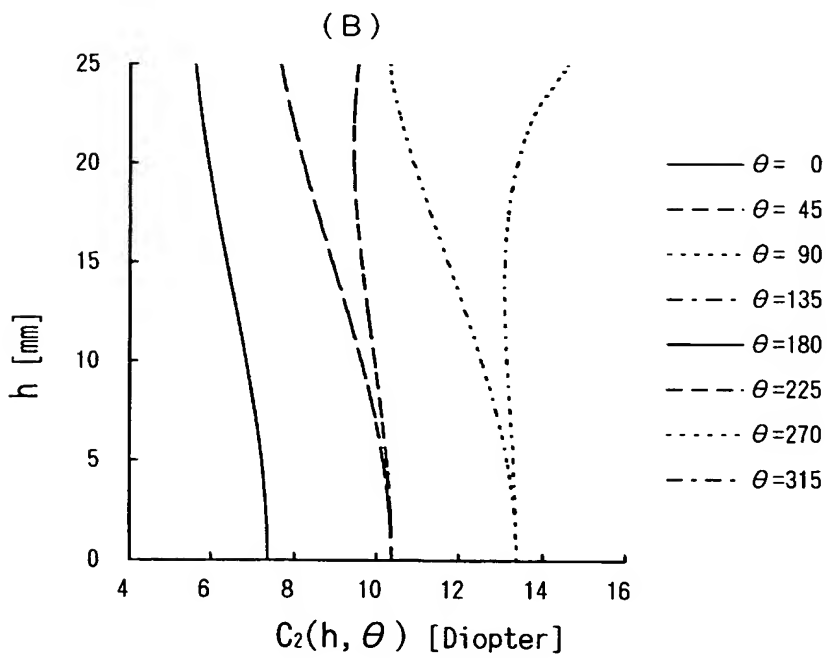
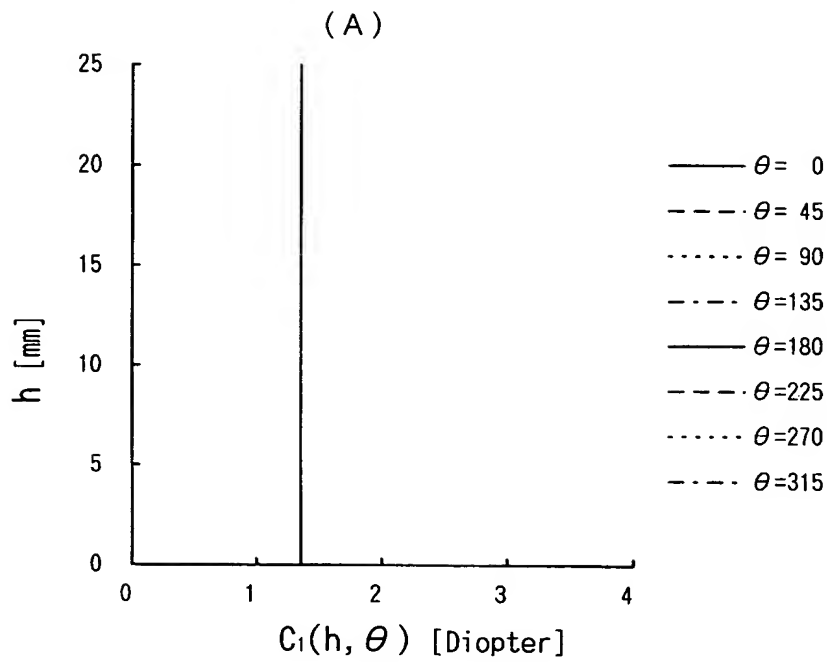
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
5.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
10.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
15.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
20.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
25.0		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35

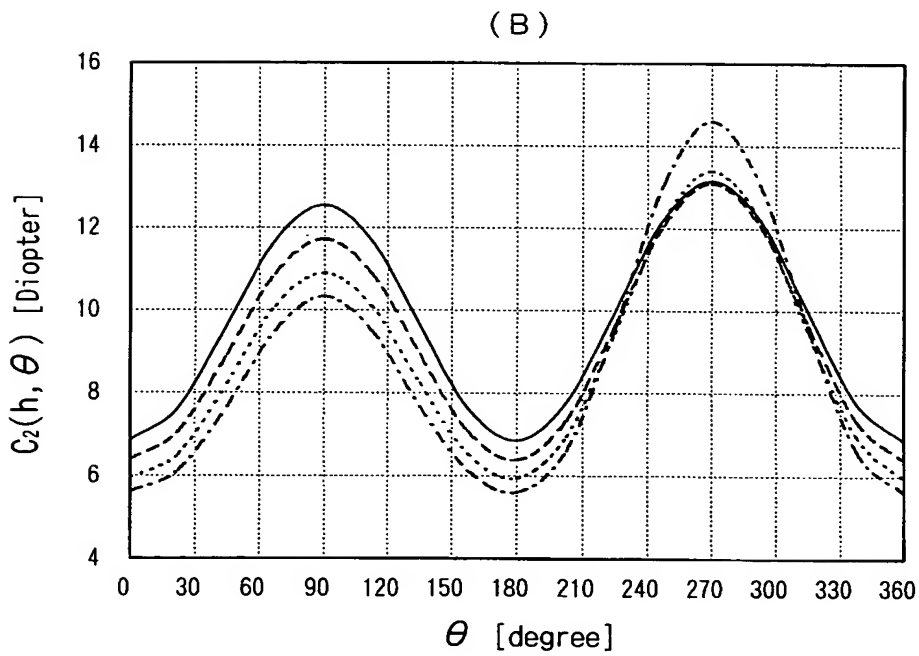
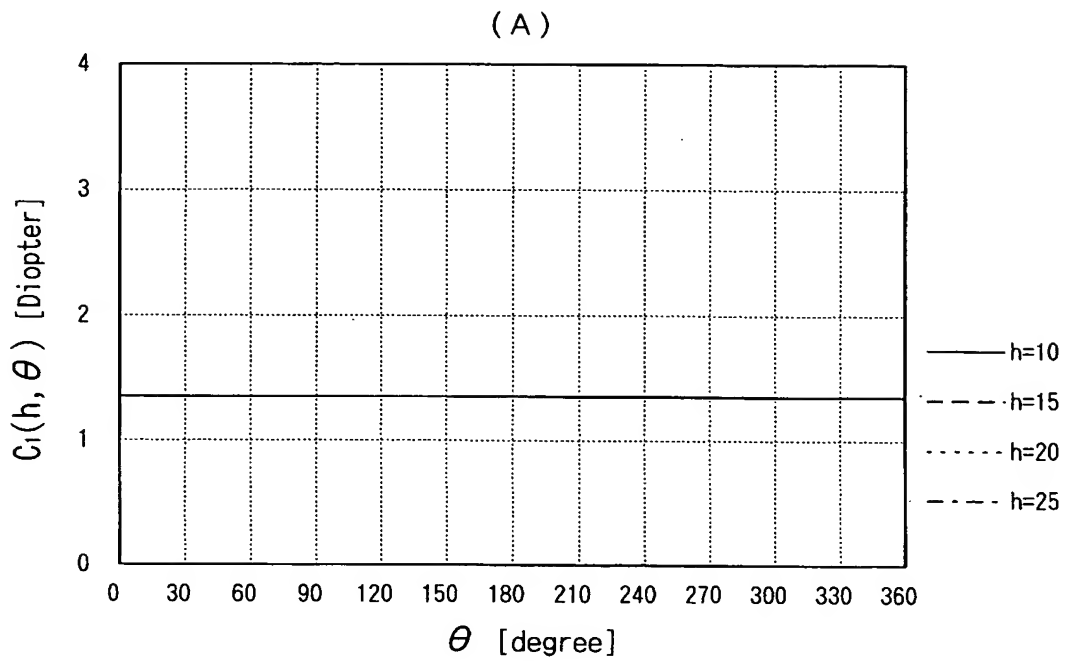
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		7.36	10.37	13.38	10.37	7.36	10.37	13.38	10.37
5.0		7.22	10.17	13.16	10.17	7.22	10.25	13.31	10.25
10.0		6.85	9.63	12.55	9.63	6.85	9.96	13.15	9.96
15.0		6.38	8.93	11.72	8.93	6.38	9.63	13.10	9.63
20.0		5.94	8.22	10.91	8.22	5.94	9.45	13.40	9.45
25.0		5.61	7.66	10.33	7.66	5.61	9.56	14.60	9.56

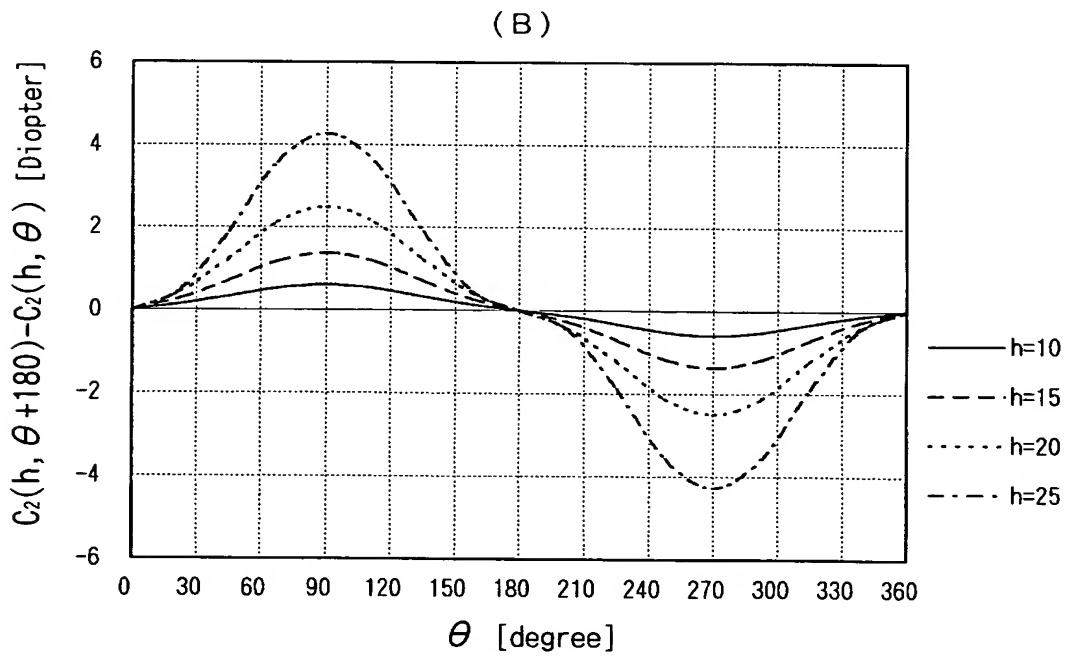
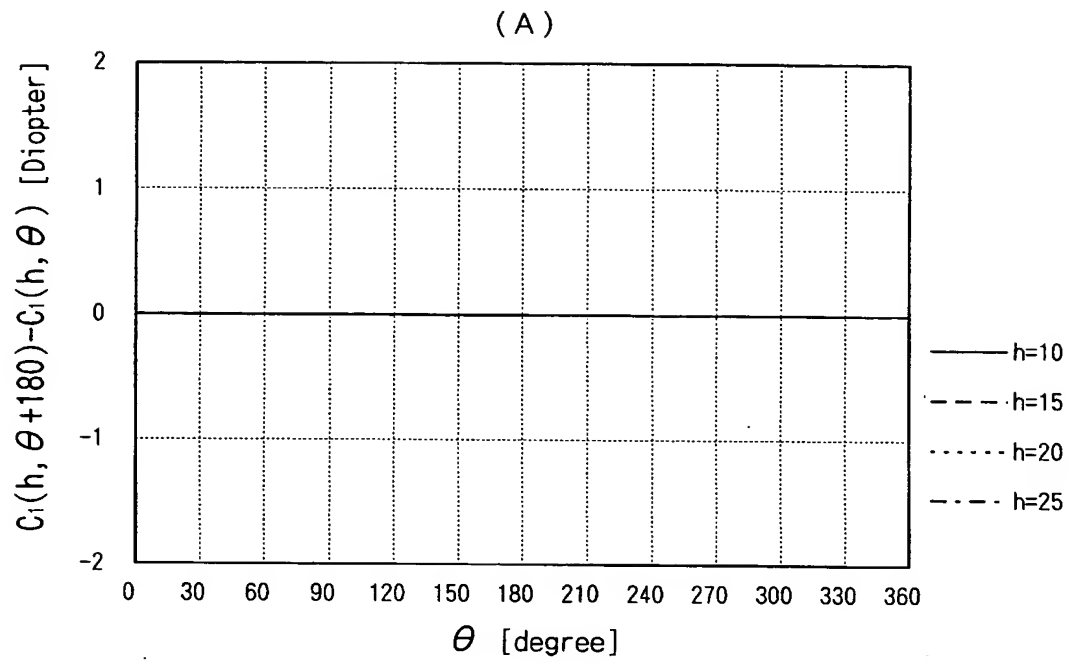
【図 2 4】



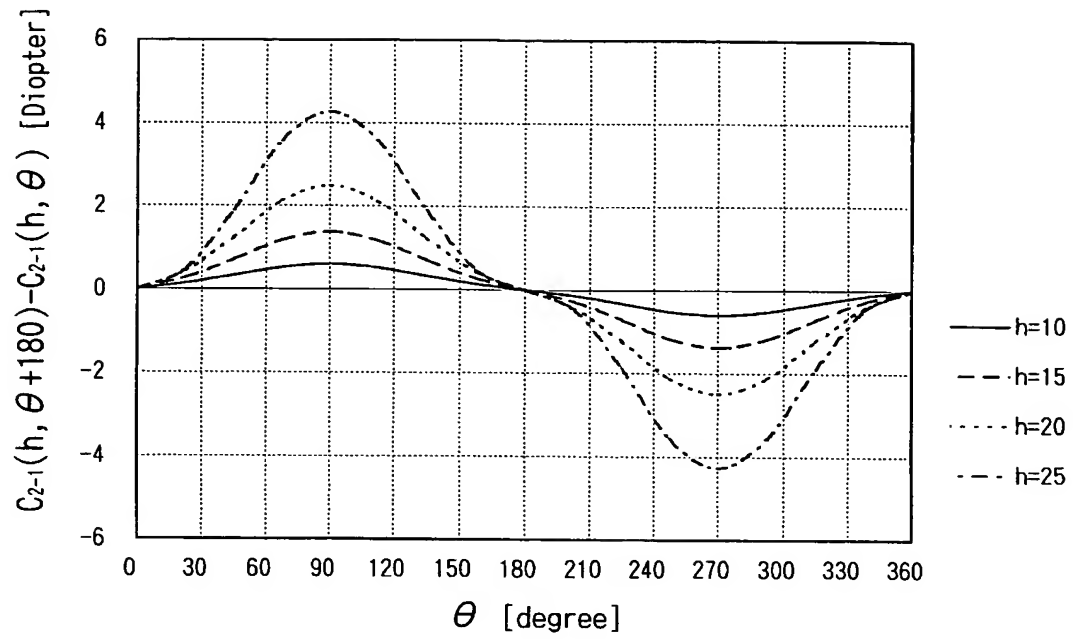
【図 2 5】



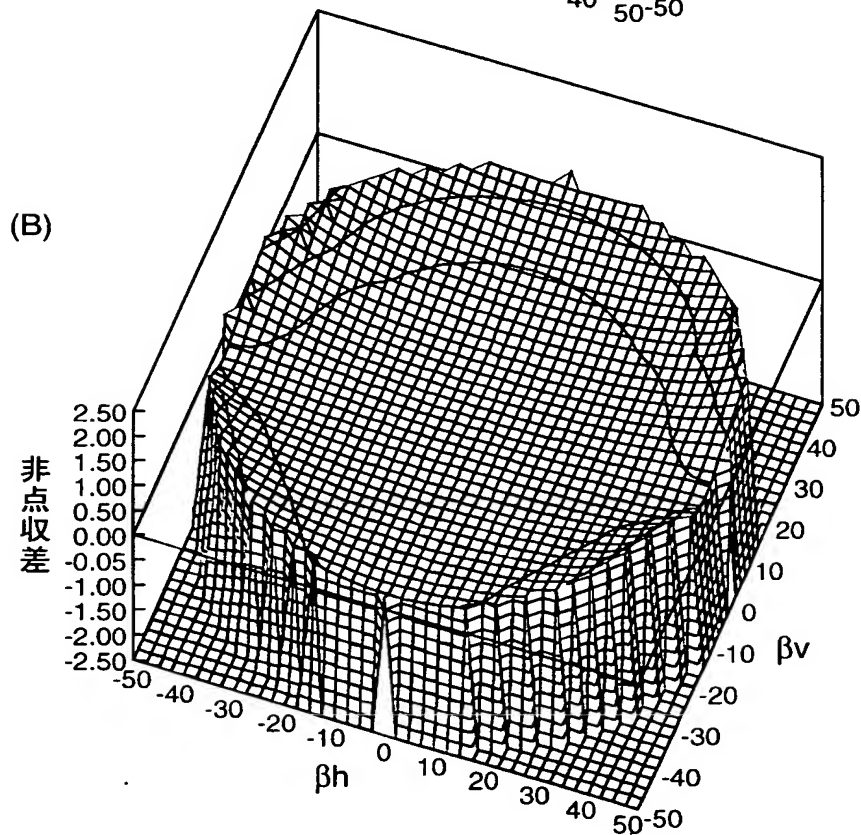
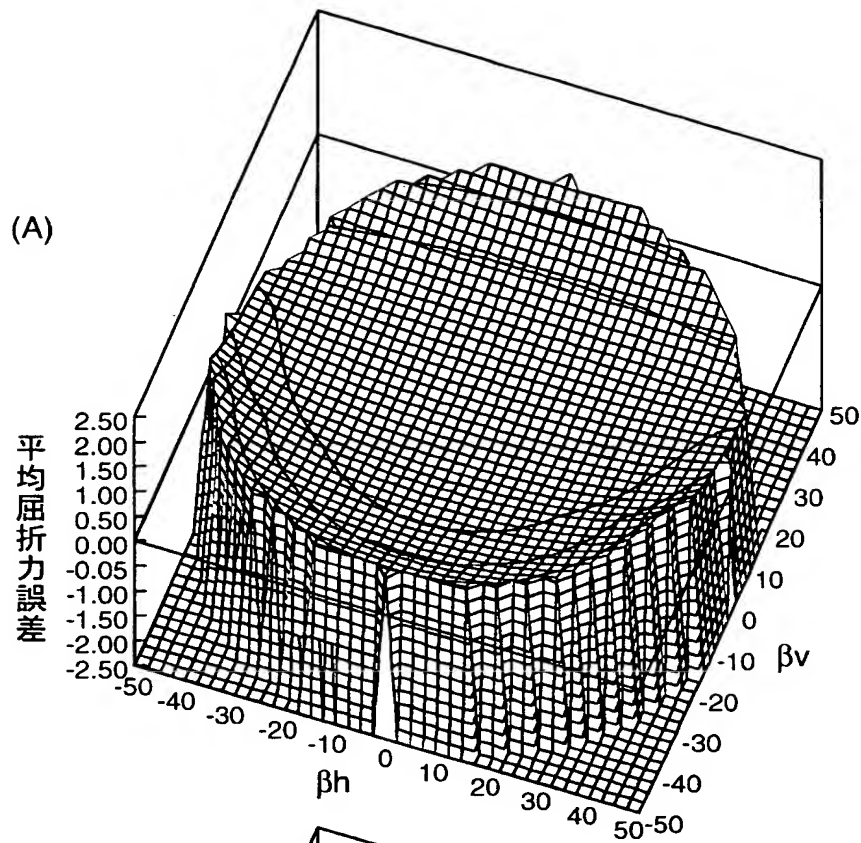
【図 26】



【図 2 7】



【図 28】



【図 2 9】

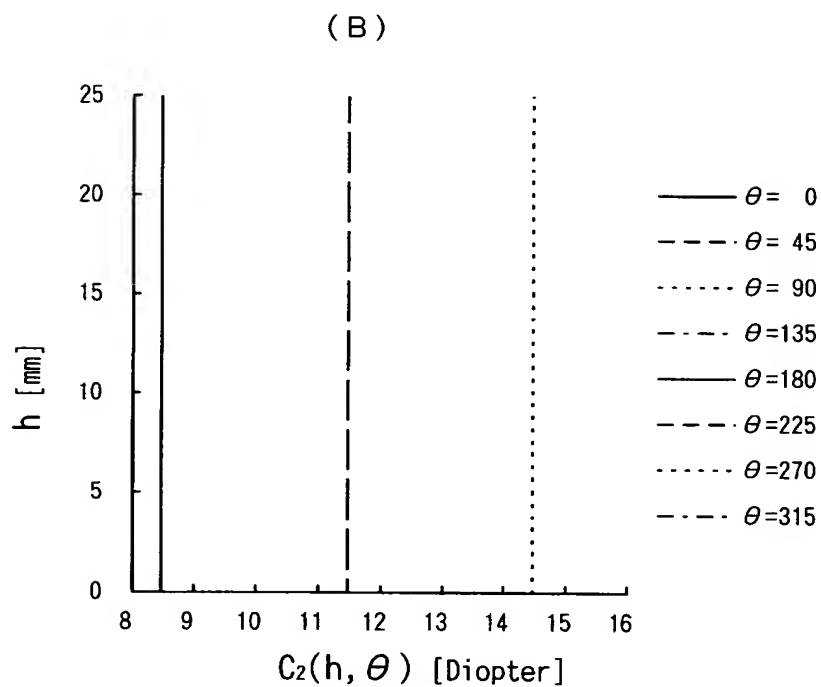
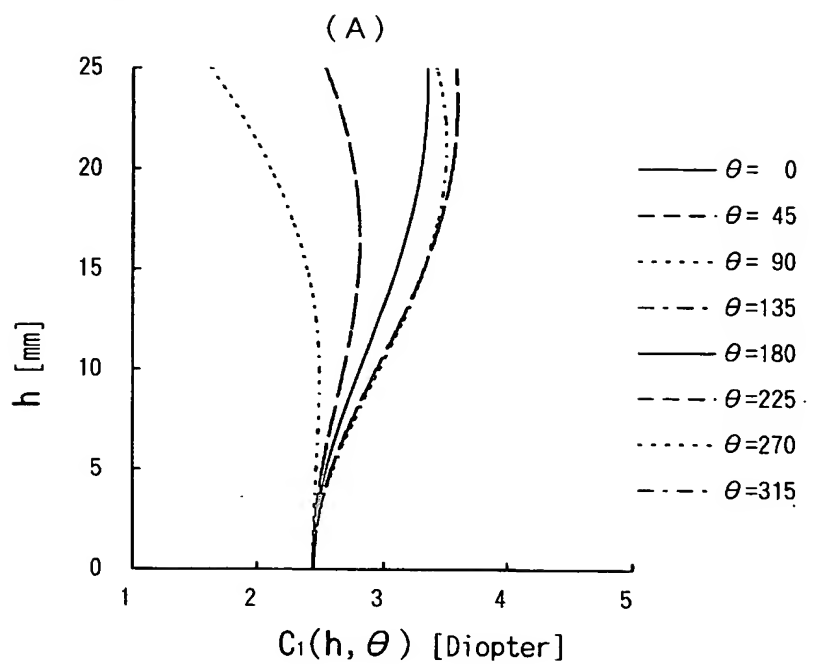
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
5.0	2.55	2.59	2.60	2.59	2.55	2.52	2.47	2.52
10.0	2.81	2.94	2.97	2.94	2.81	2.68	2.49	2.68
15.0	3.10	3.32	3.32	3.32	3.10	2.80	2.40	2.80
20.0	3.29	3.55	3.49	3.55	3.29	2.76	2.11	2.76
25.0	3.35	3.58	3.42	3.58	3.35	2.54	1.63	2.54

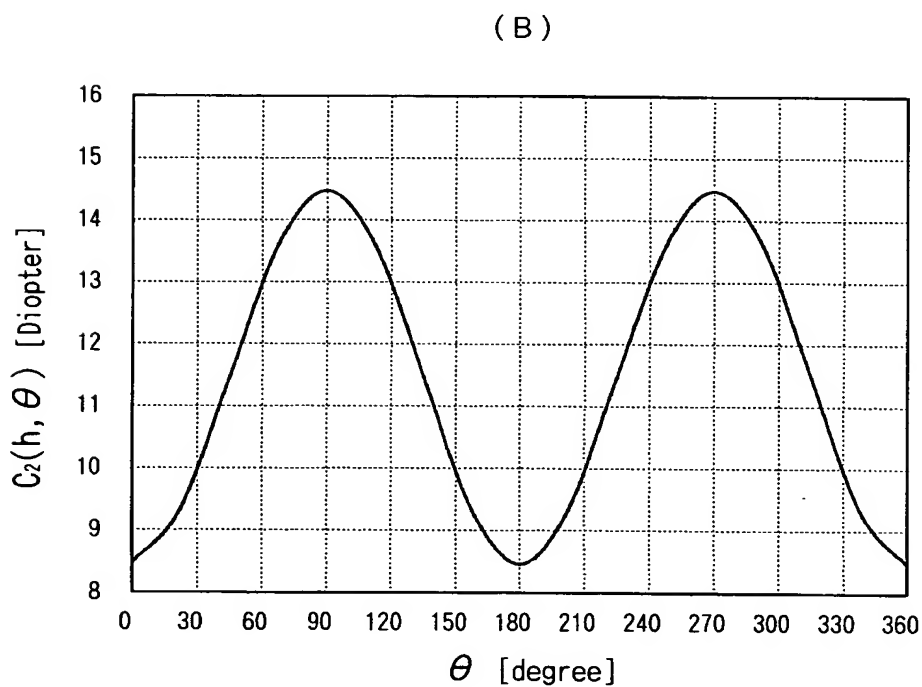
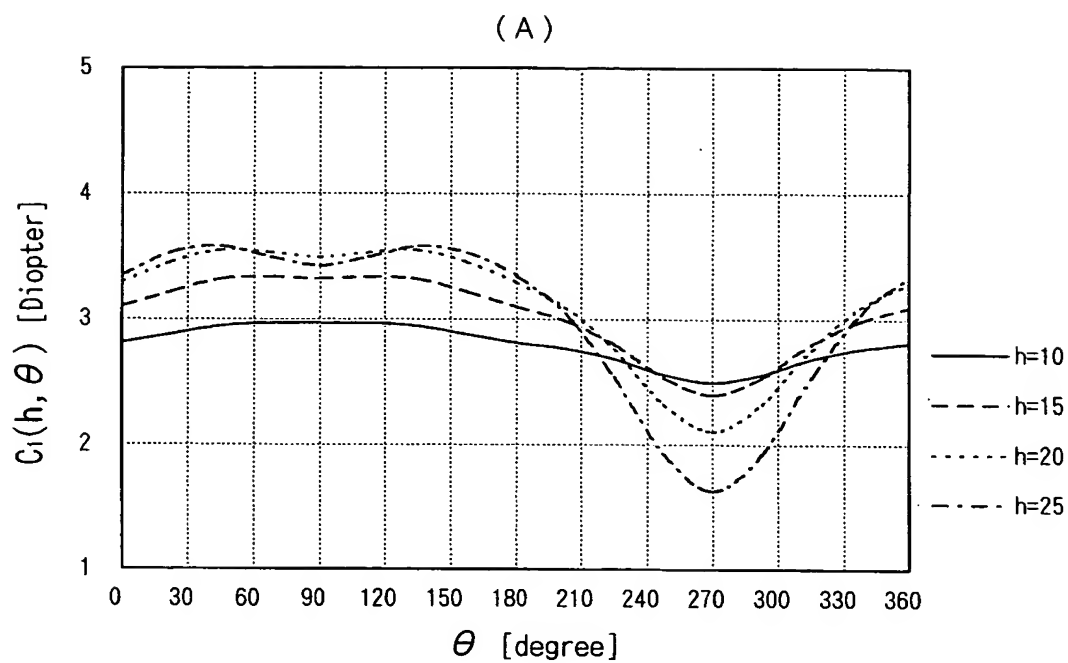
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
5.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
10.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
15.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
20.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
25.0	8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47

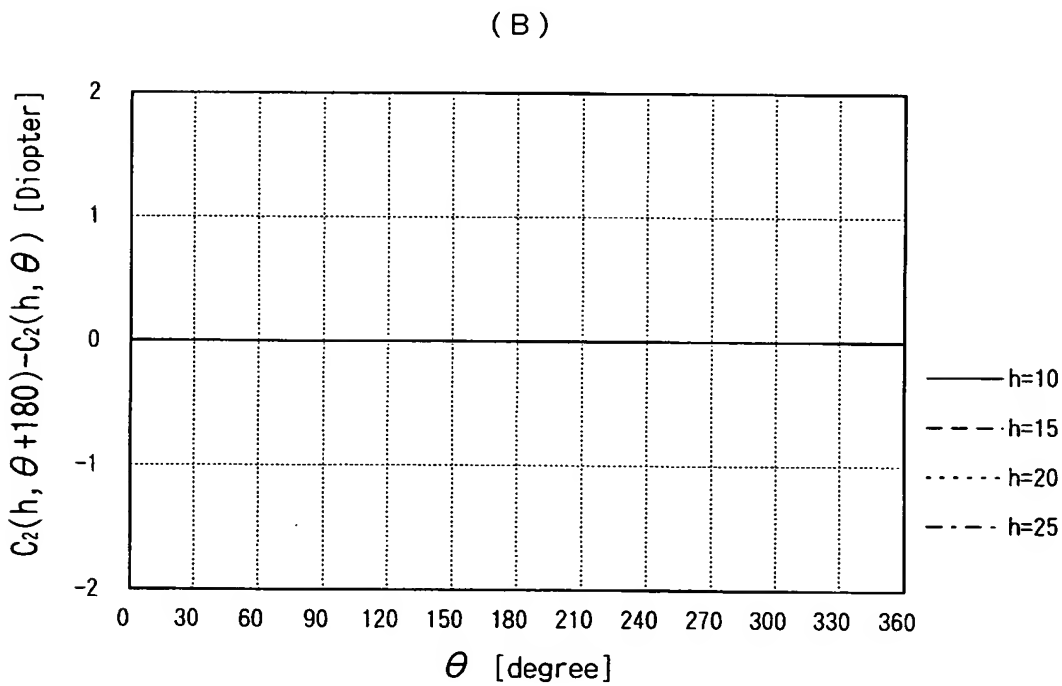
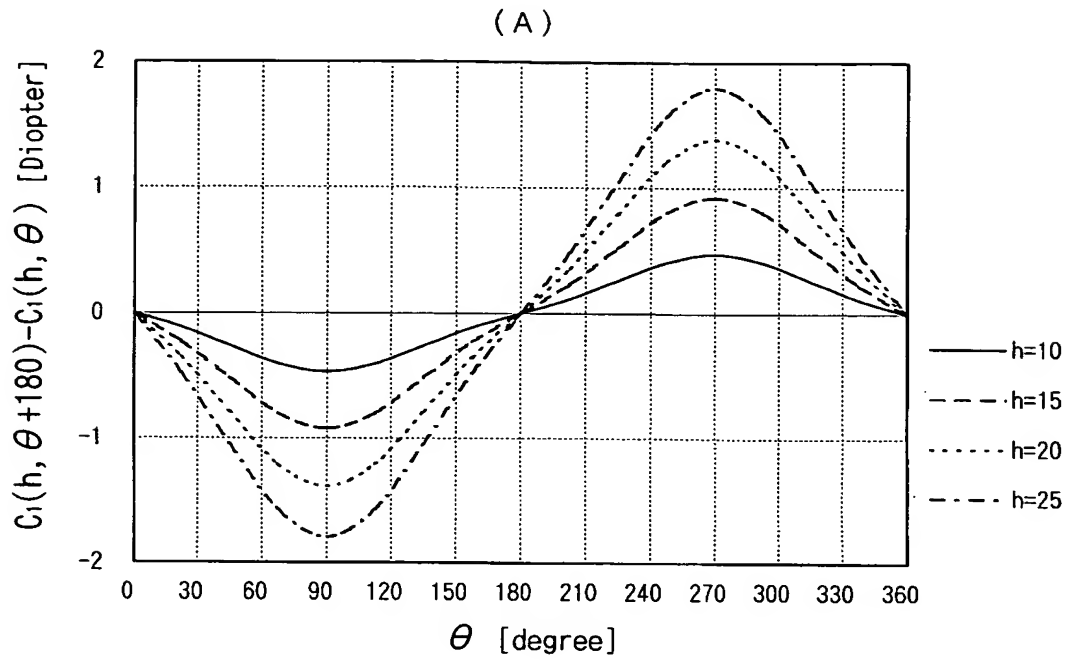
【図 30】



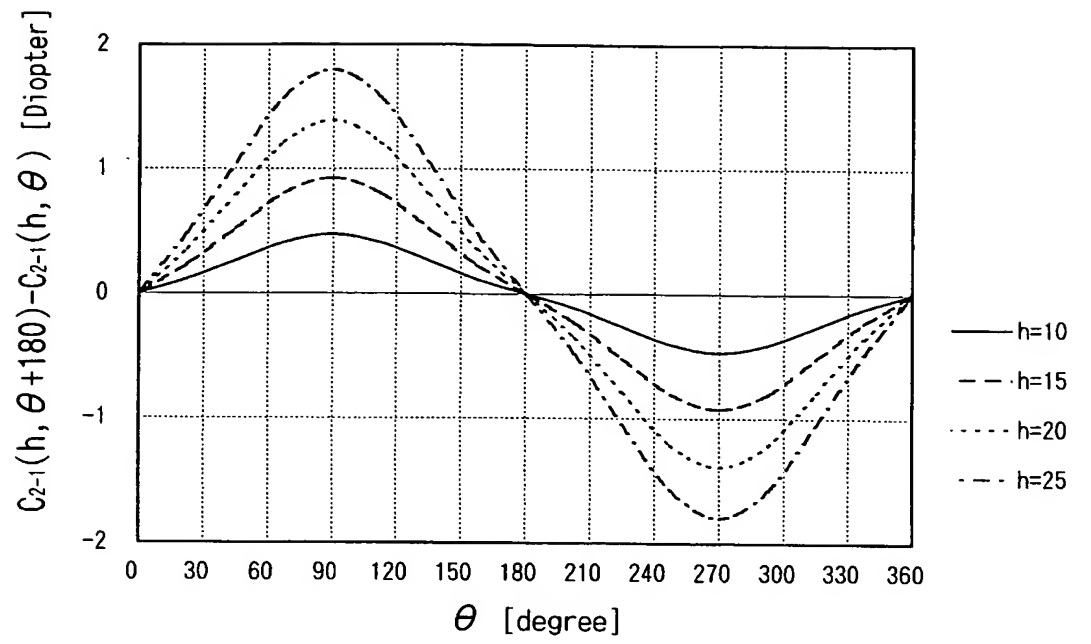
【図 3 1】



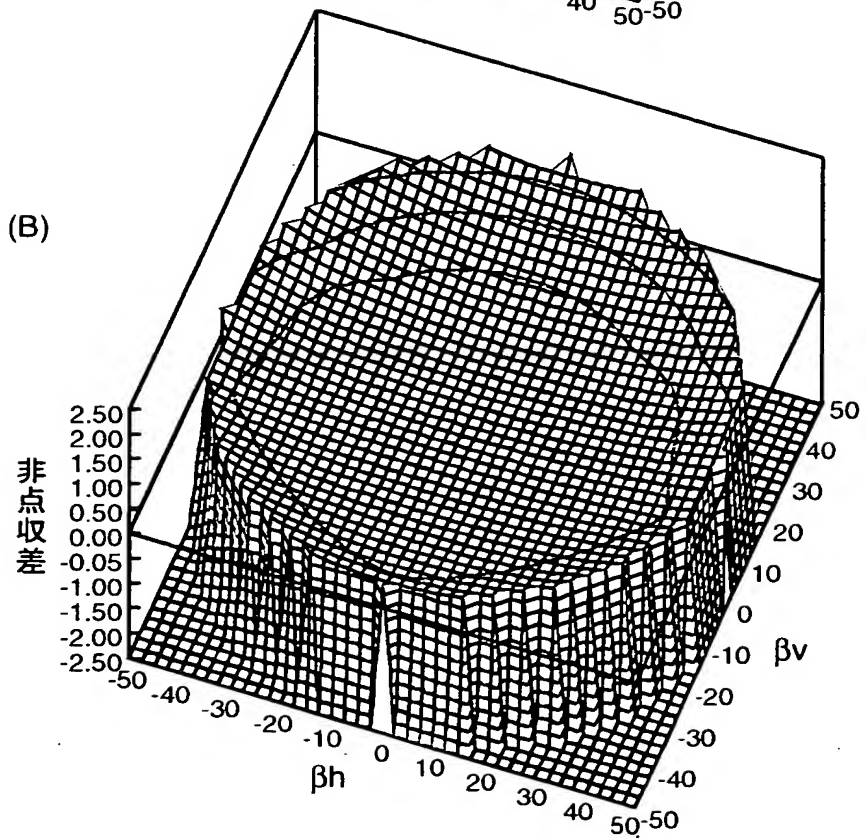
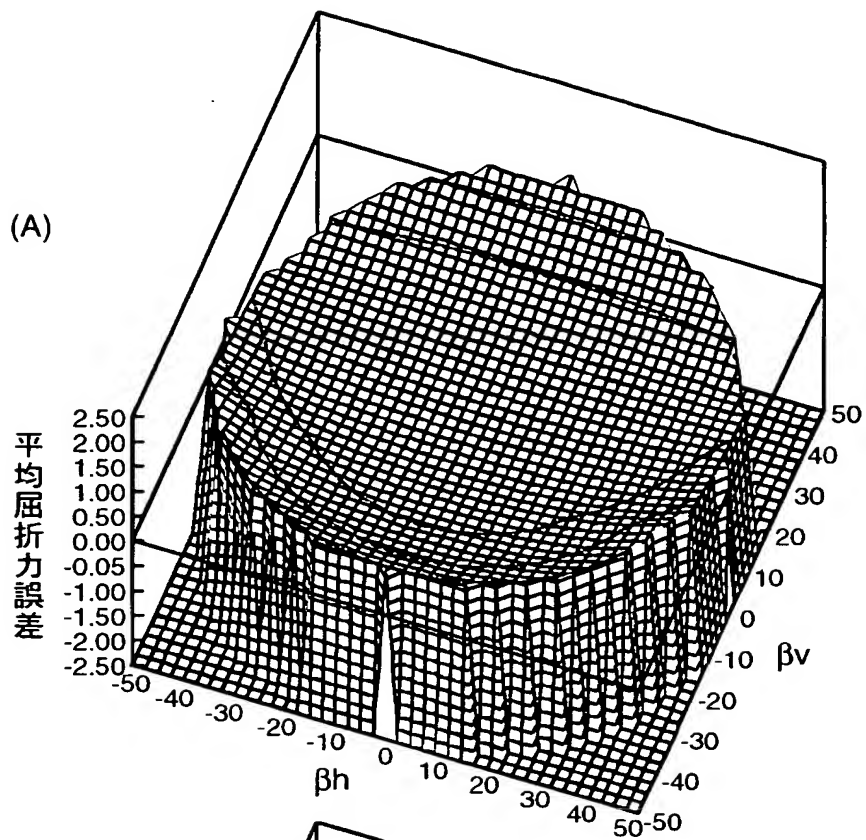
【図 3 2】



【図 33】



【図 34】



【図 35】

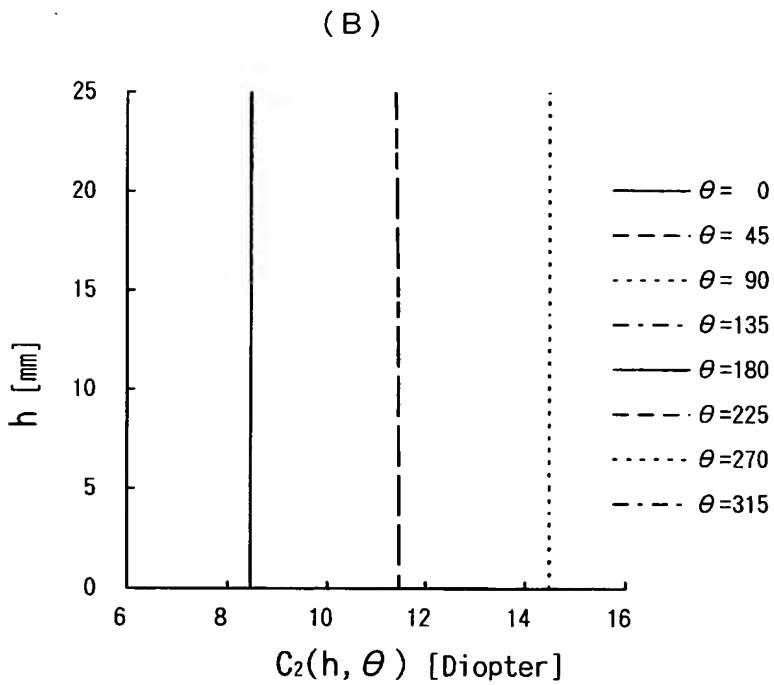
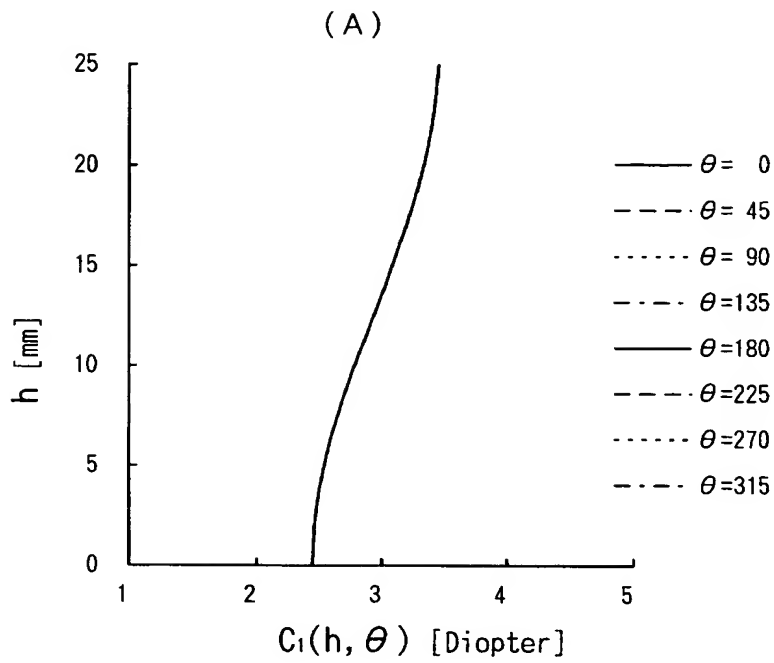
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
5.0		2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
10.0		2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
15.0		3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
20.0		3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34
25.0		3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46

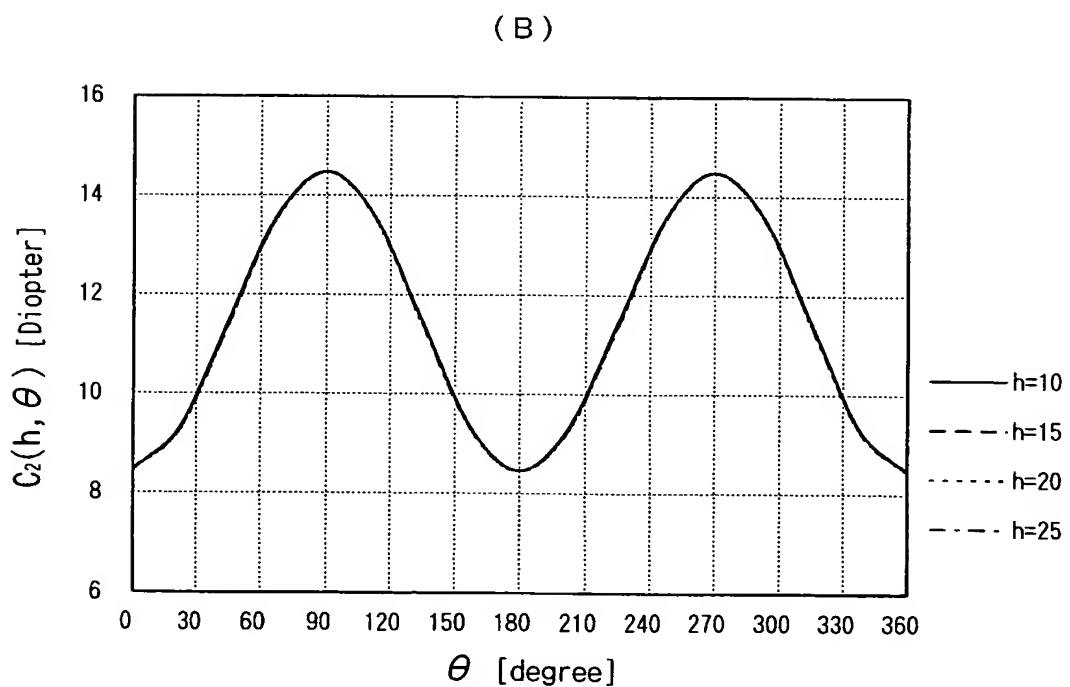
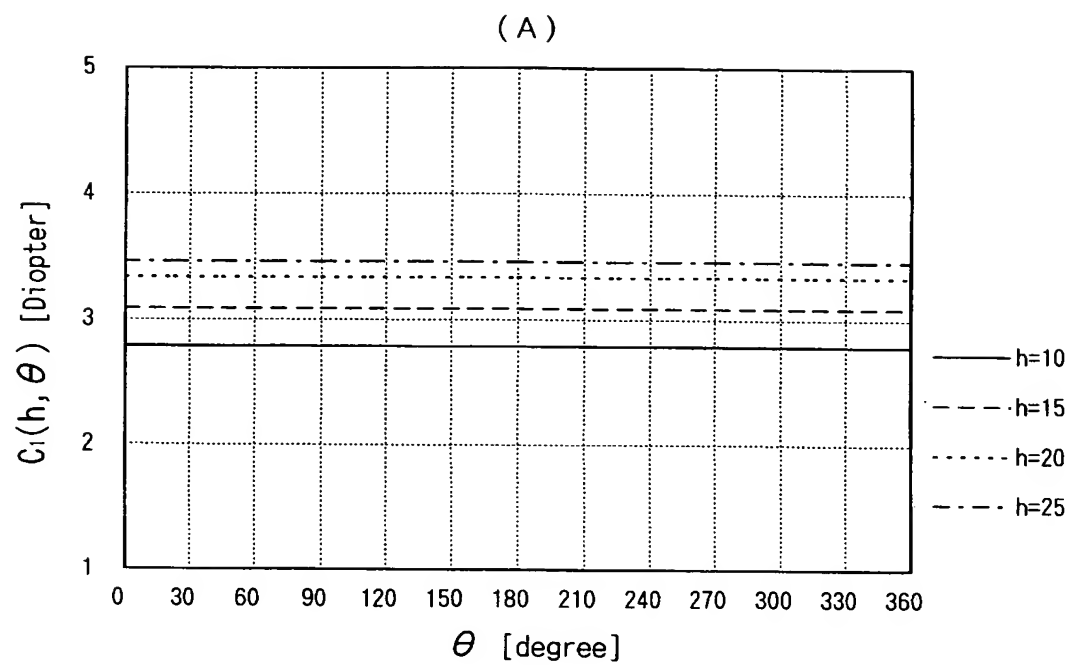
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		8.46	11.47	14.47	11.47	8.46	11.47	14.47	11.47
5.0		8.46	11.46	14.47	11.46	8.46	11.46	14.47	11.46
10.0		8.46	11.45	14.47	11.45	8.46	11.45	14.47	11.45
15.0		8.46	11.44	14.47	11.44	8.46	11.44	14.47	11.44
20.0		8.46	11.42	14.47	11.42	8.46	11.42	14.47	11.42
25.0		8.46	11.39	14.47	11.39	8.46	11.39	14.47	11.39

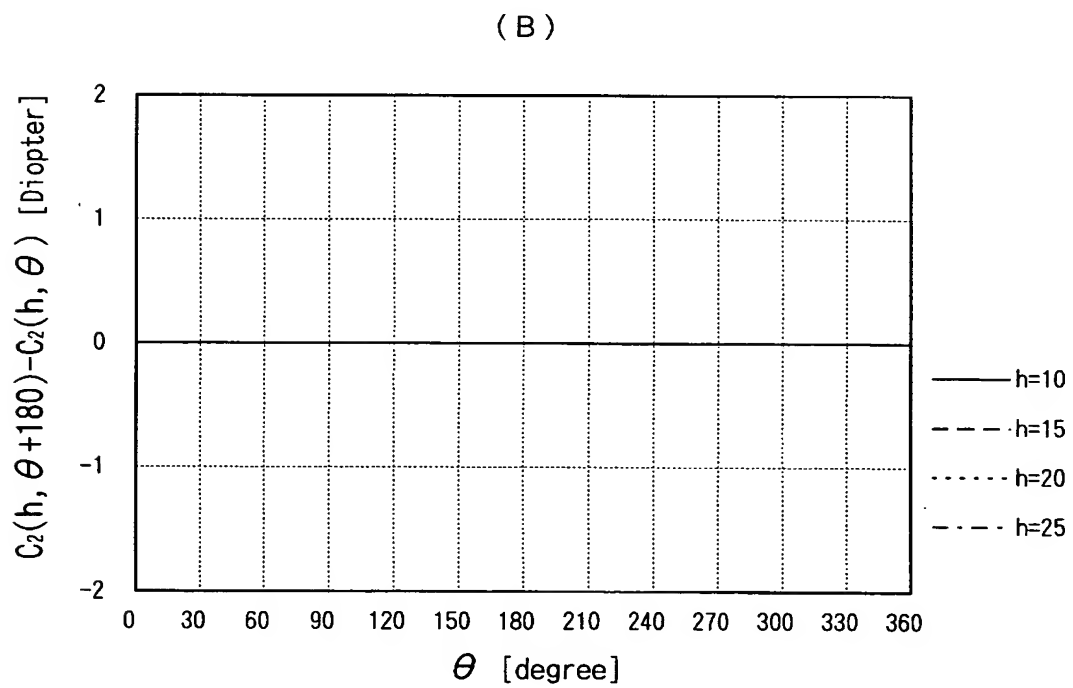
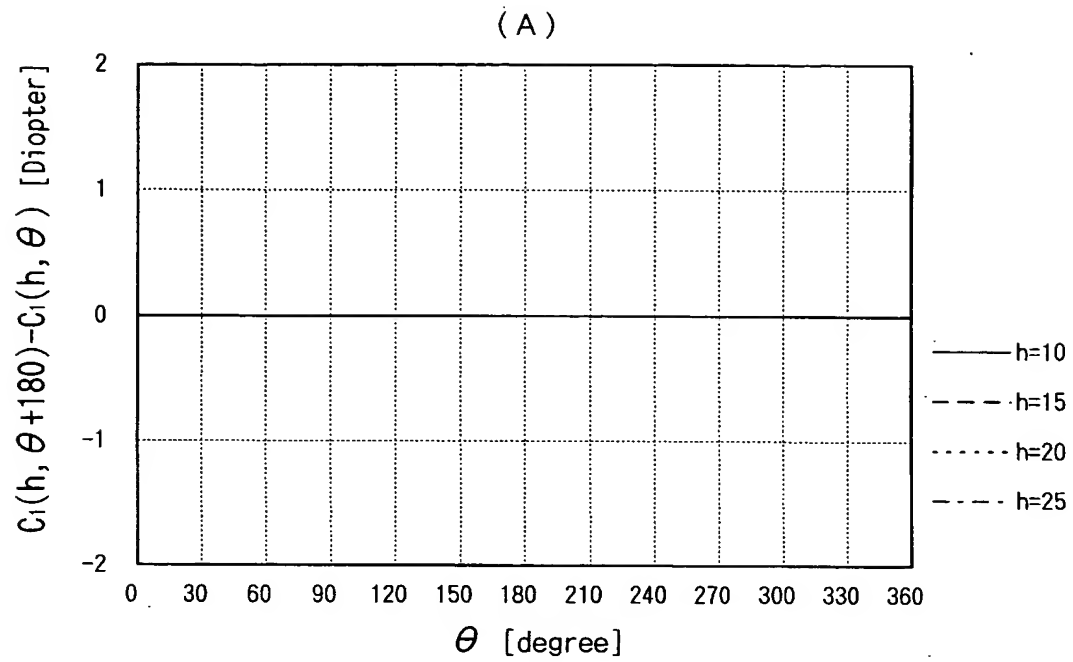
【図 3 6】



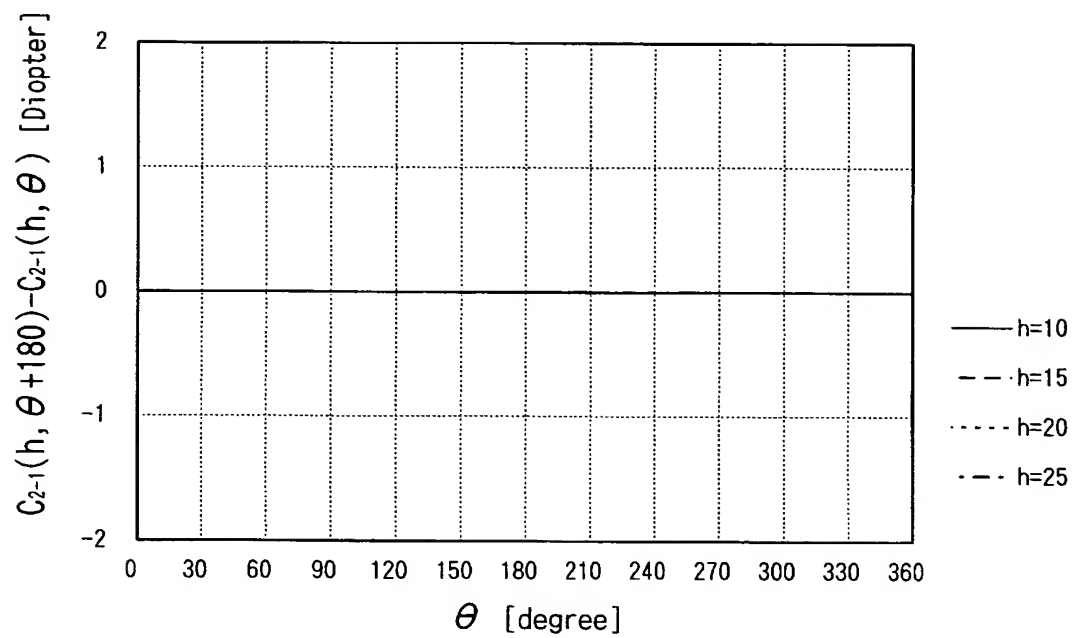
【図 37】



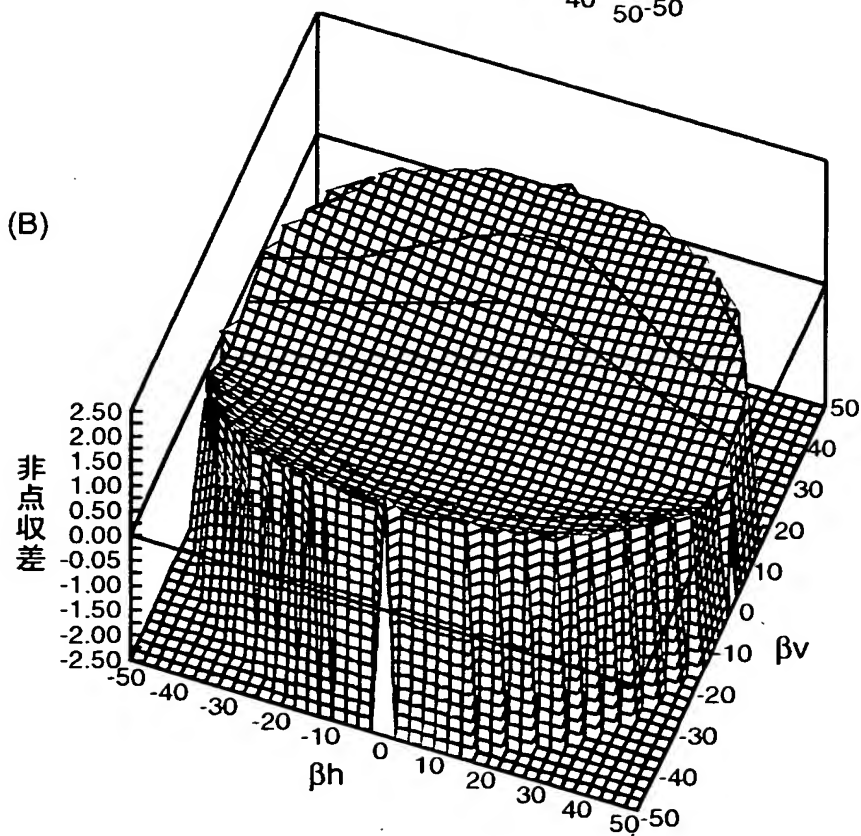
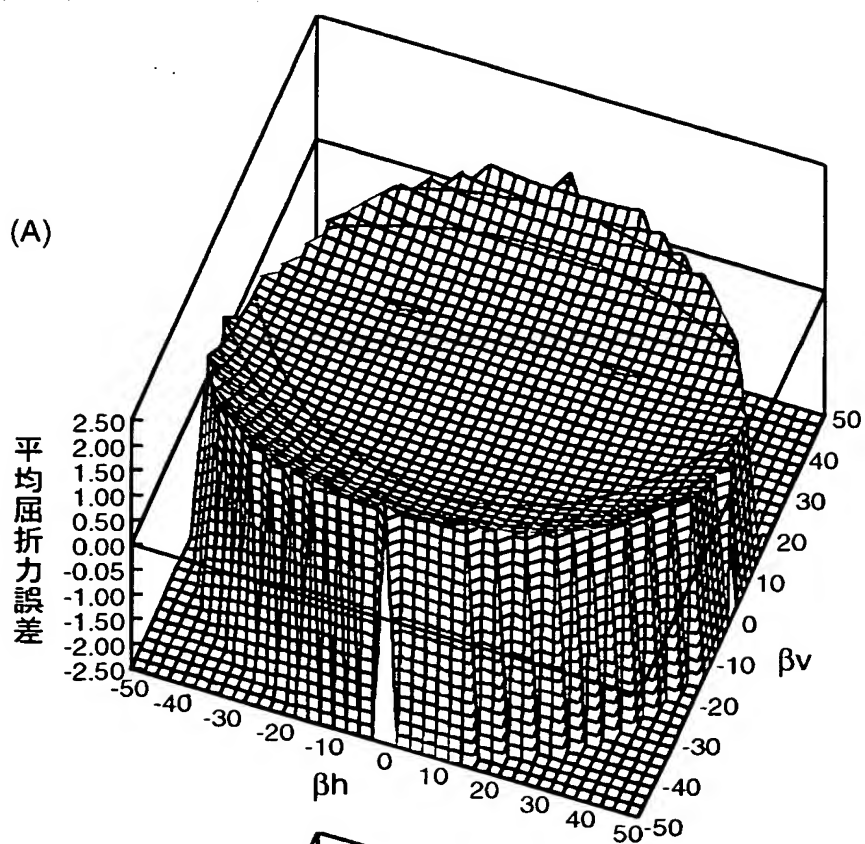
【図 38】



【図 3 9】



【図 40】



【図 4 1】

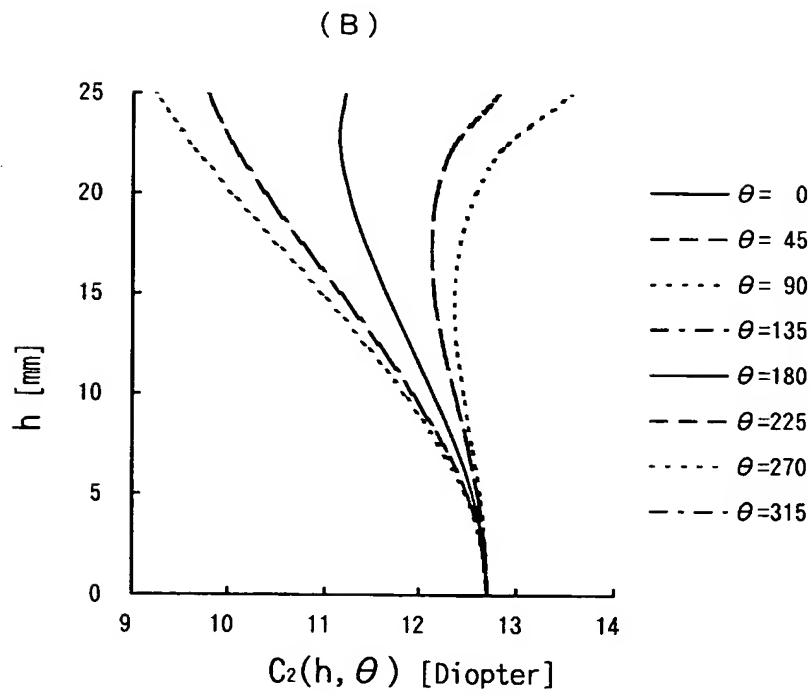
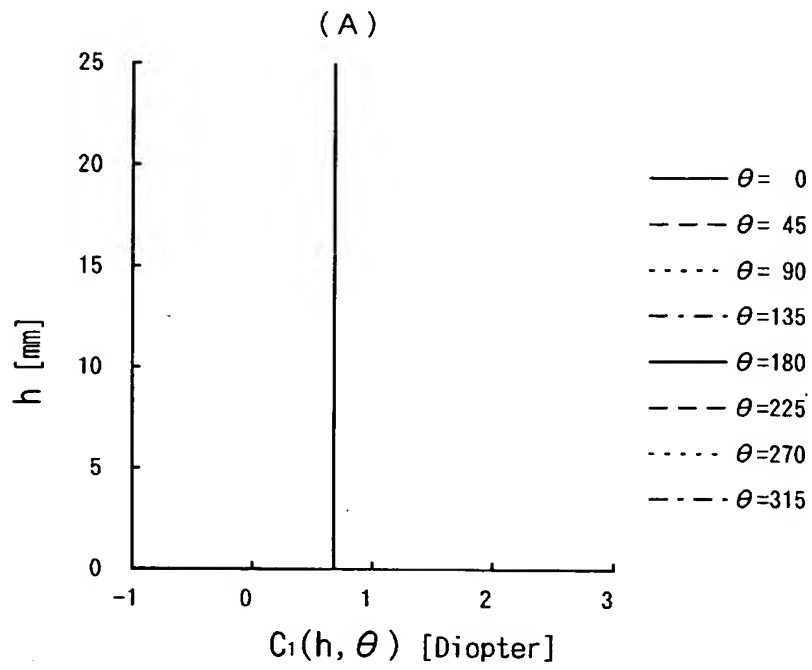
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
5.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
10.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
15.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
20.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
25.0		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68

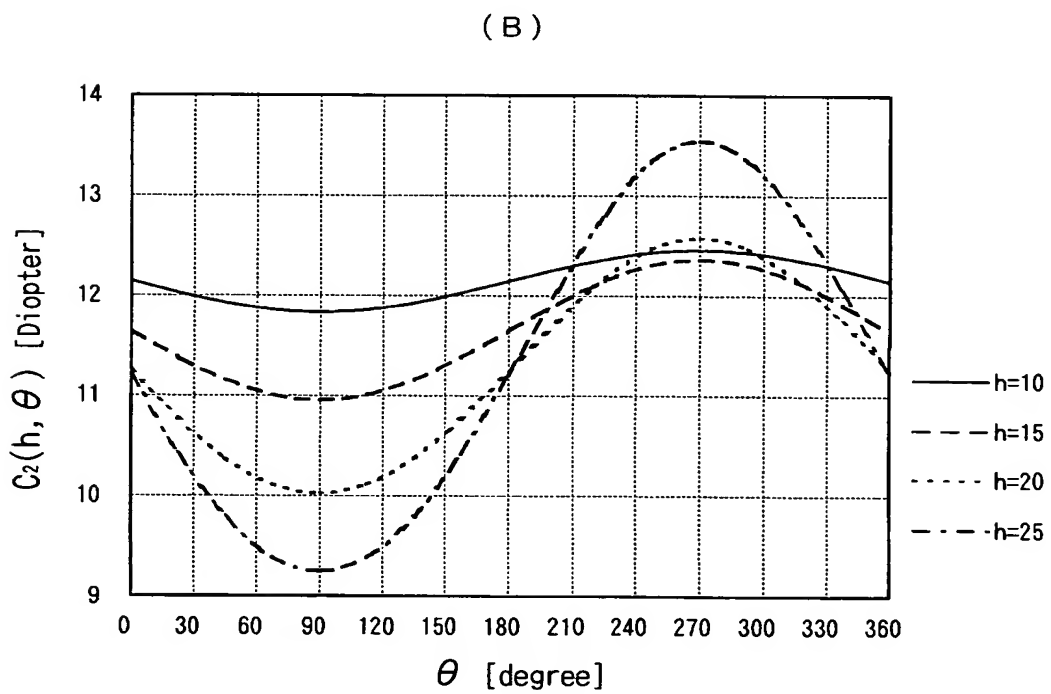
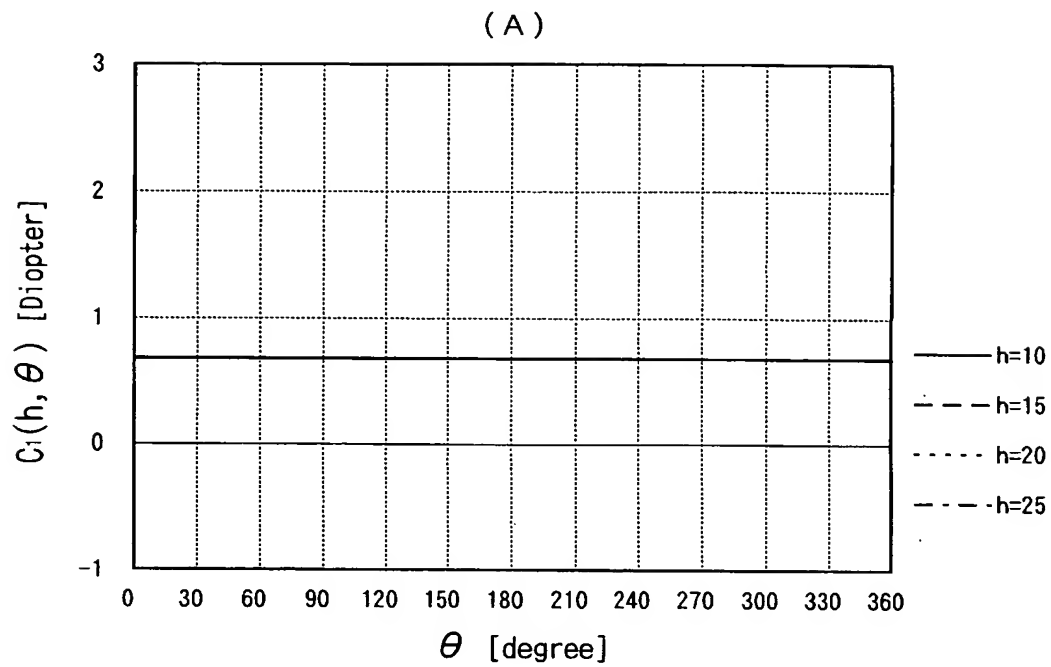
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		12.71	12.71	12.71	12.71	12.71	12.71	12.71	12.71
5.0		12.55	12.50	12.47	12.50	12.55	12.61	12.63	12.61
10.0		12.14	11.92	11.83	11.92	12.14	12.36	12.45	12.36
15.0		11.64	11.15	10.95	11.15	11.64	12.15	12.36	12.15
20.0		11.25	10.37	10.02	10.37	11.25	12.18	12.58	12.18
25.0		11.21	9.79	9.25	9.79	11.21	12.81	13.54	12.81

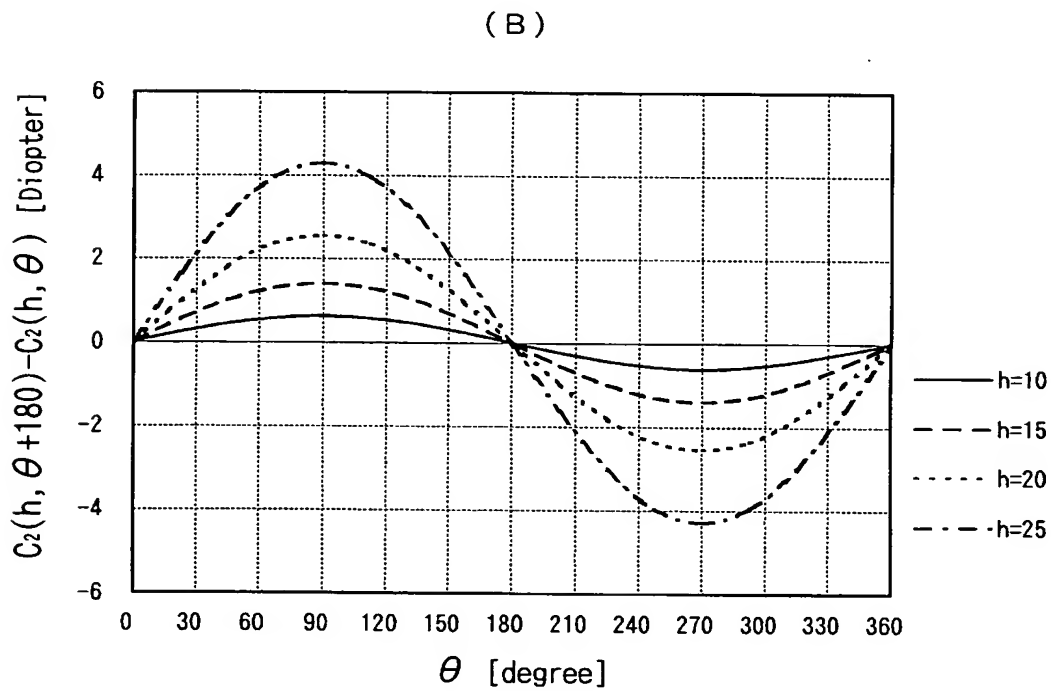
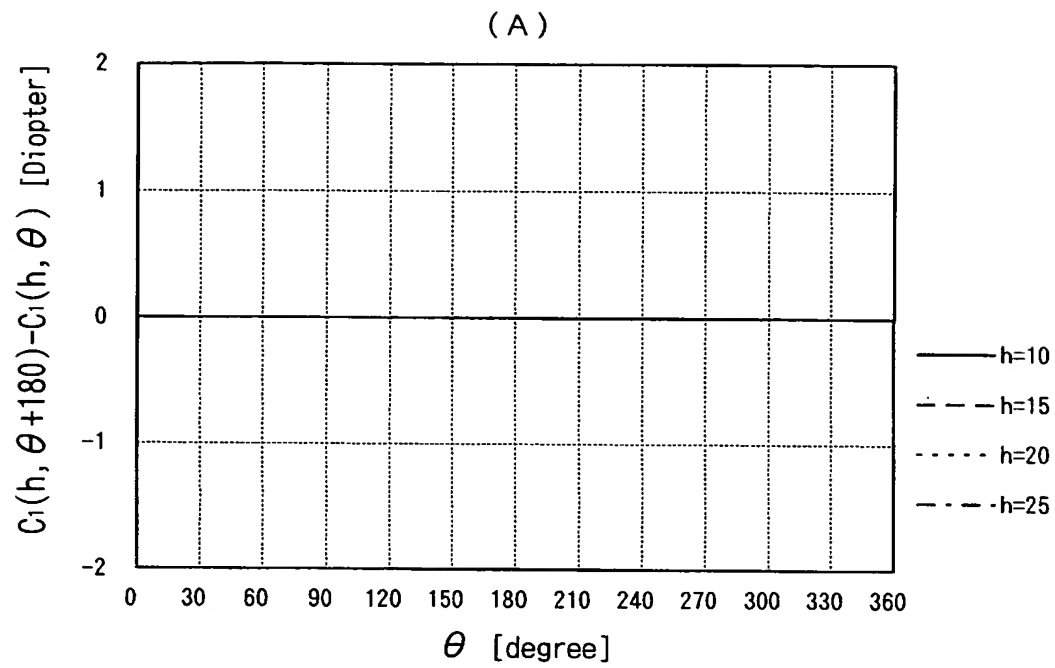
【図 4 2】



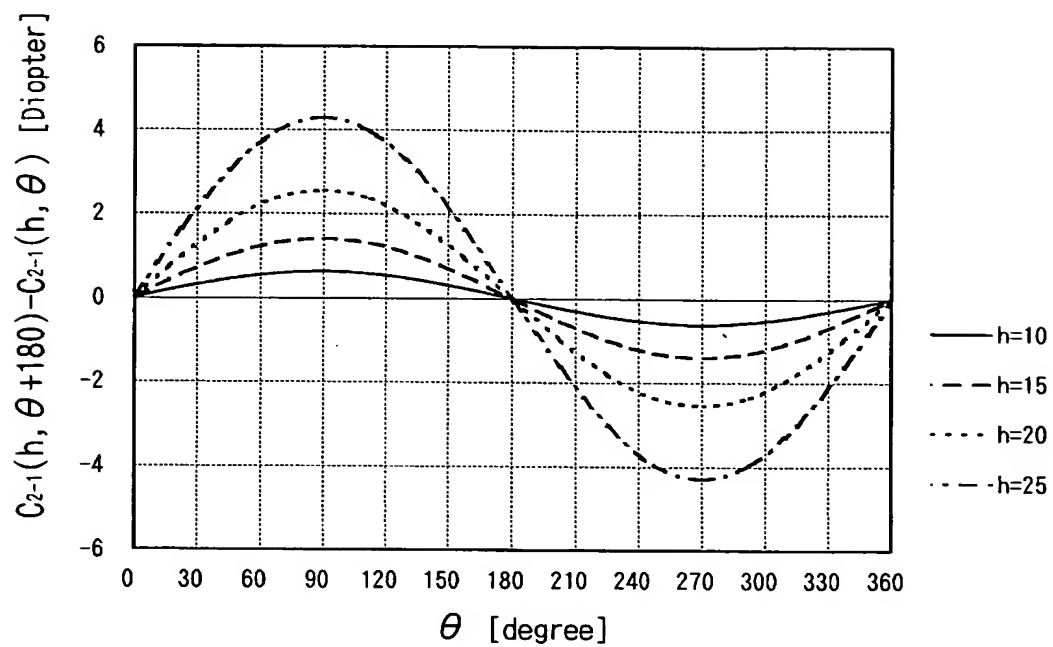
【図 4 3】



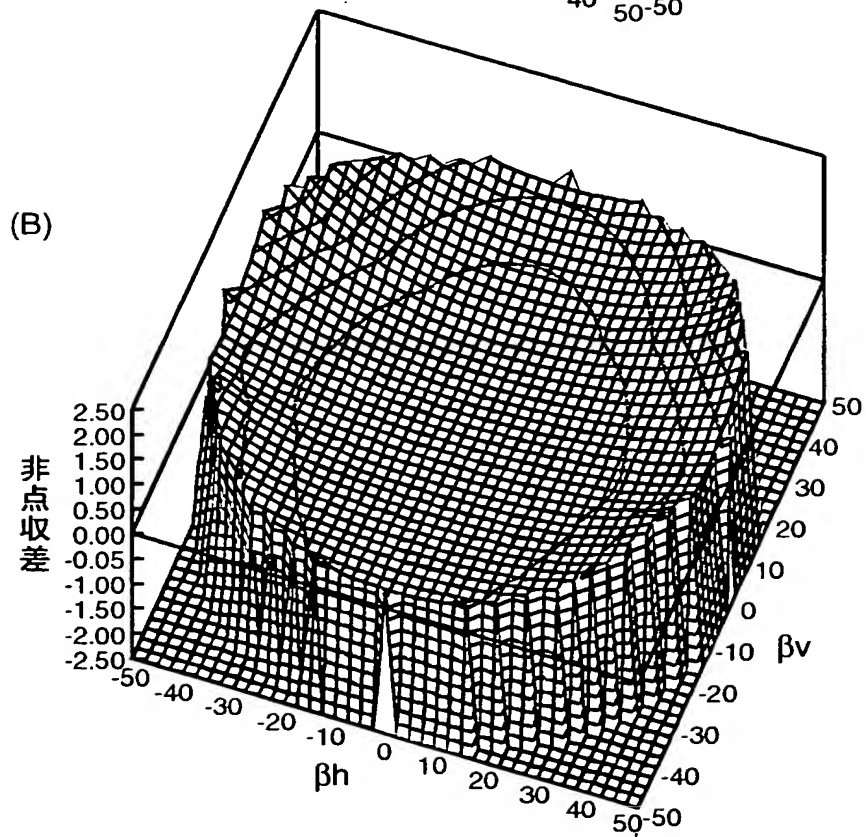
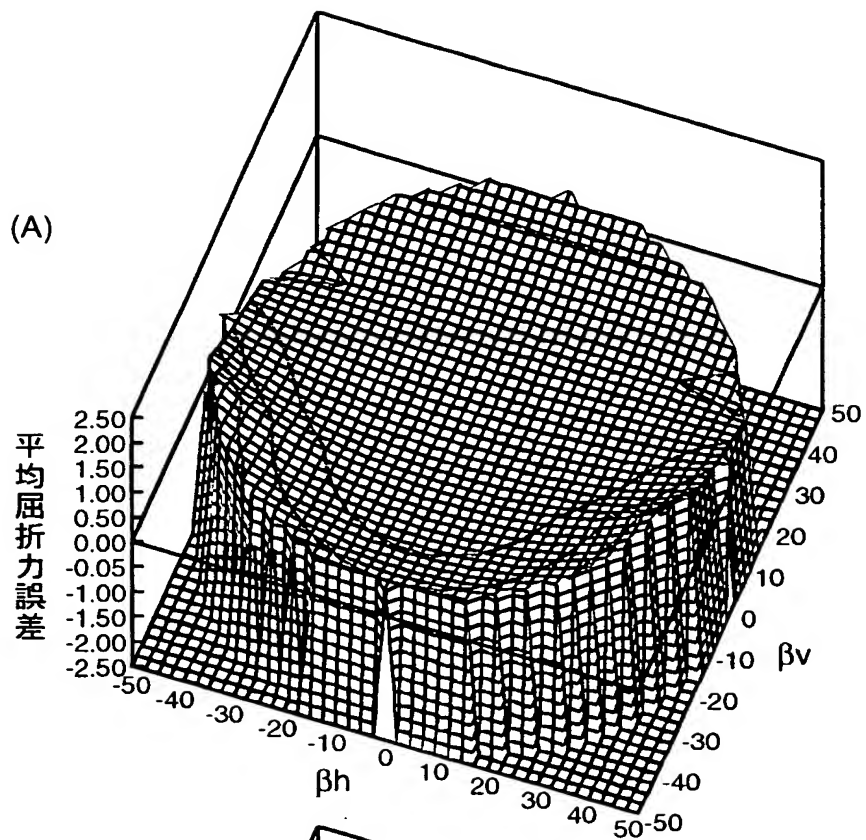
【図 4 4】



【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】

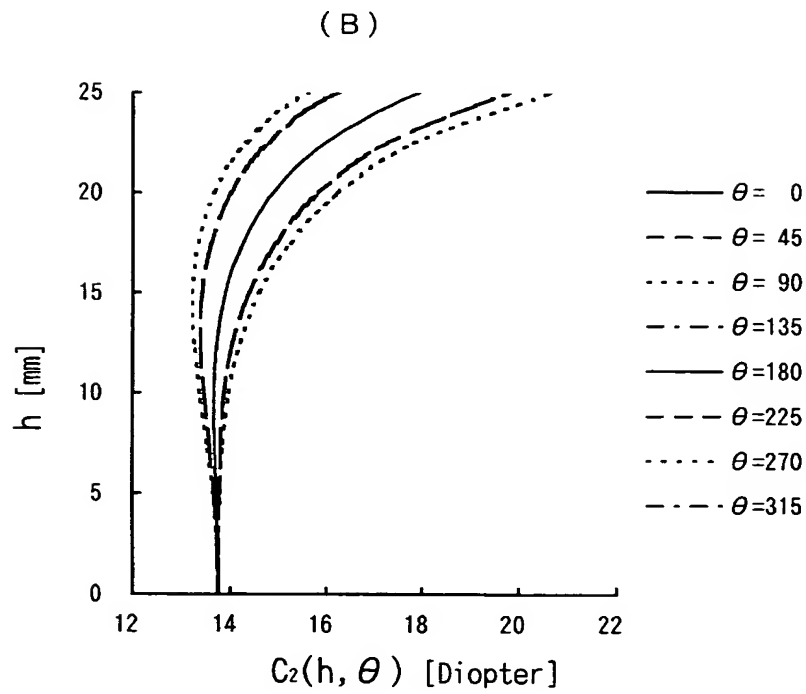
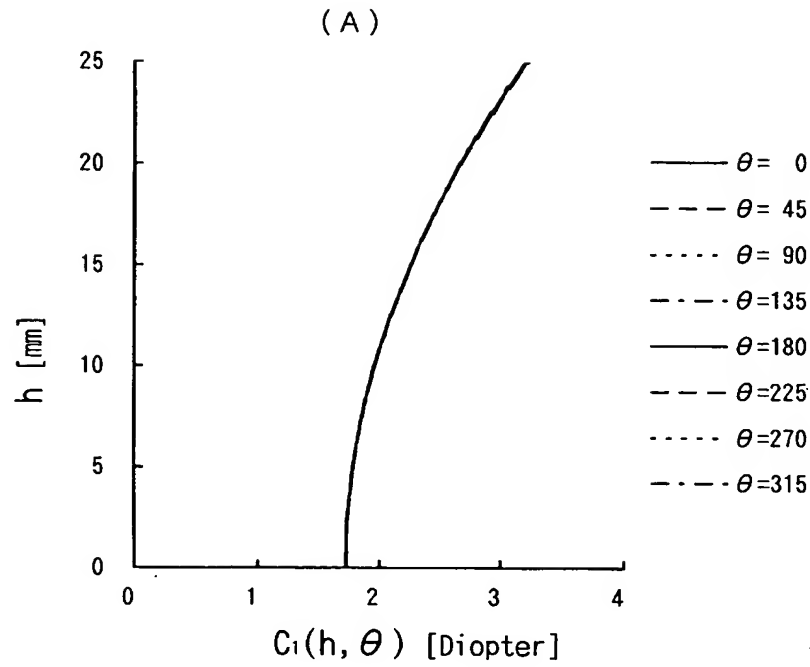
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
5.0		1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
10.0		1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
15.0		2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
20.0		2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
25.0		3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22

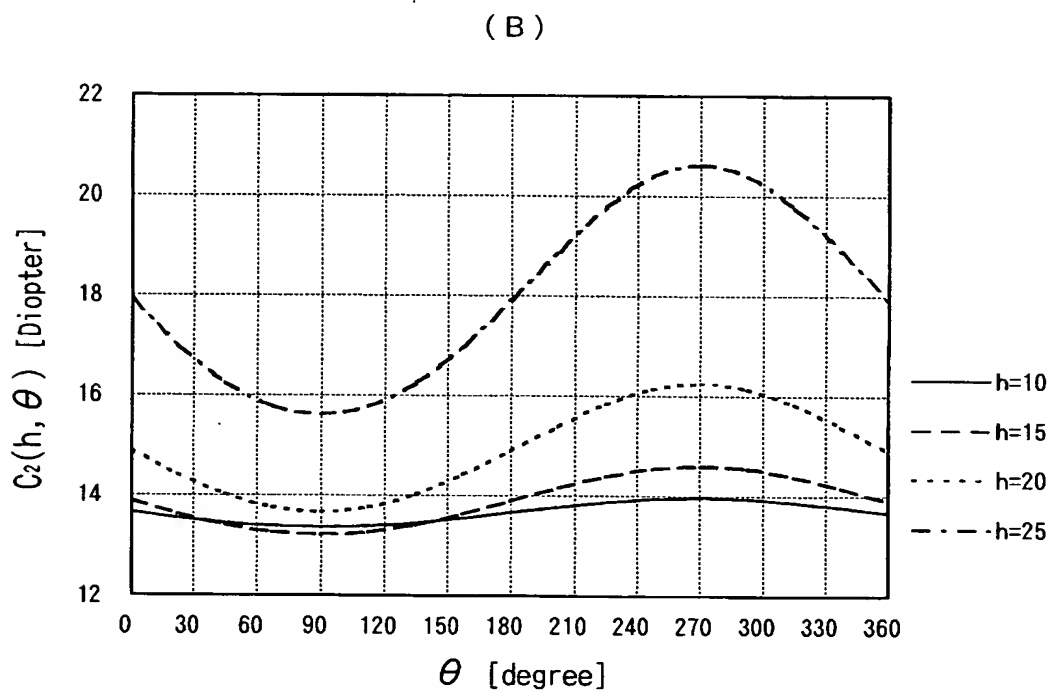
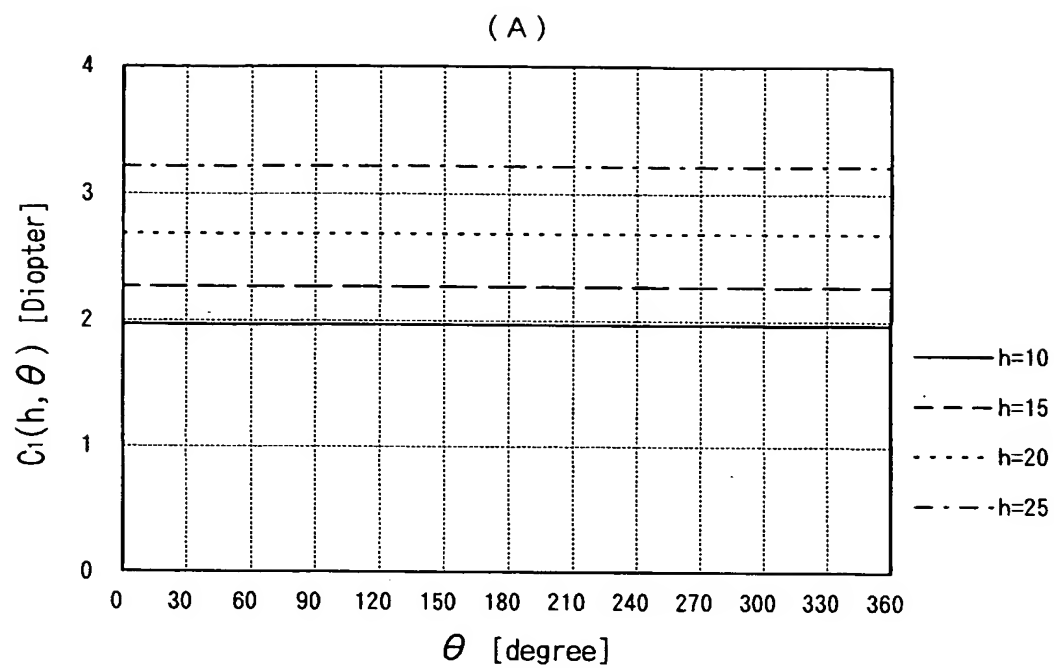
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
5.0		13.71	13.67	13.64	13.67	13.71	13.77	13.79	13.77
10.0		13.66	13.45	13.37	13.45	13.66	13.87	13.96	13.87
15.0		13.90	13.41	13.22	13.41	13.90	14.38	14.59	14.38
20.0		14.90	14.02	13.67	14.02	14.90	15.83	16.23	15.83
25.0		17.91	16.24	15.61	16.24	17.91	19.77	20.62	19.77

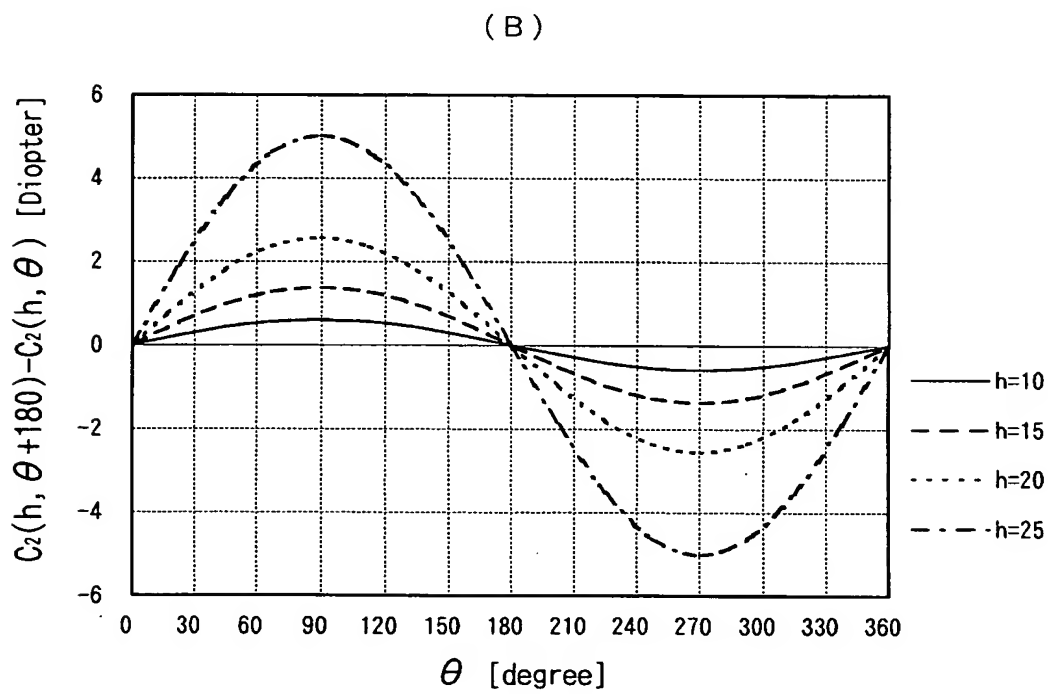
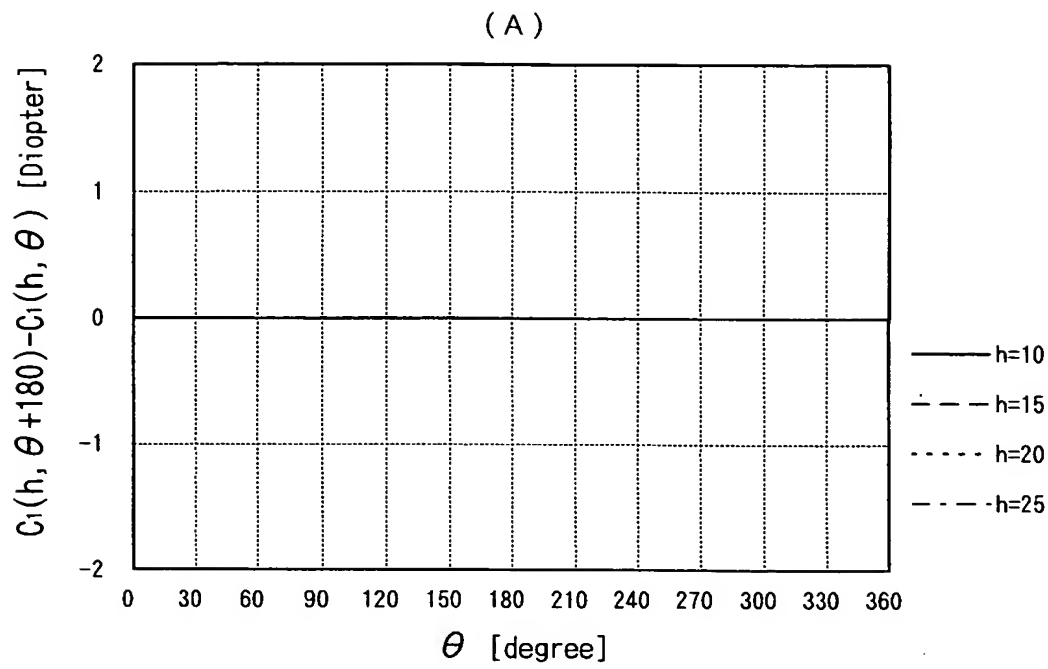
【図 48】



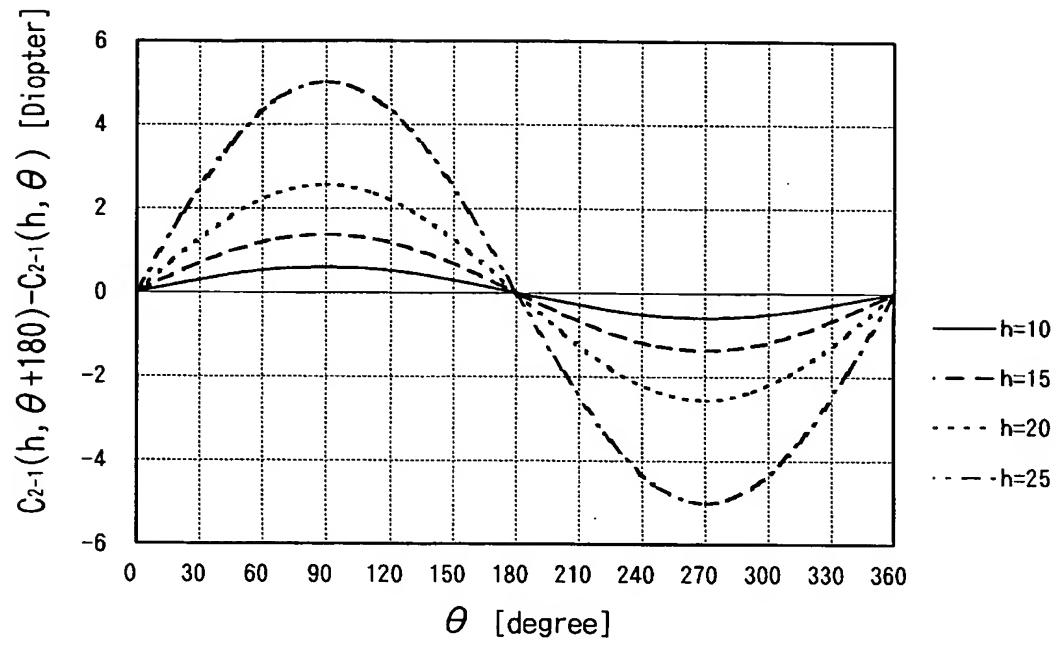
【図 4 9】



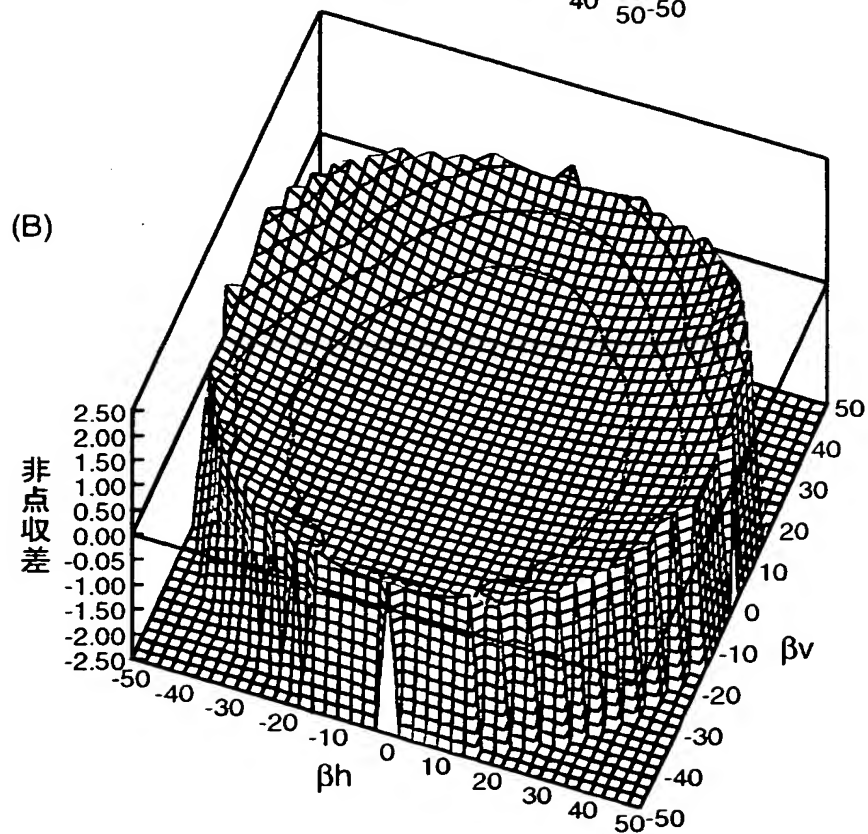
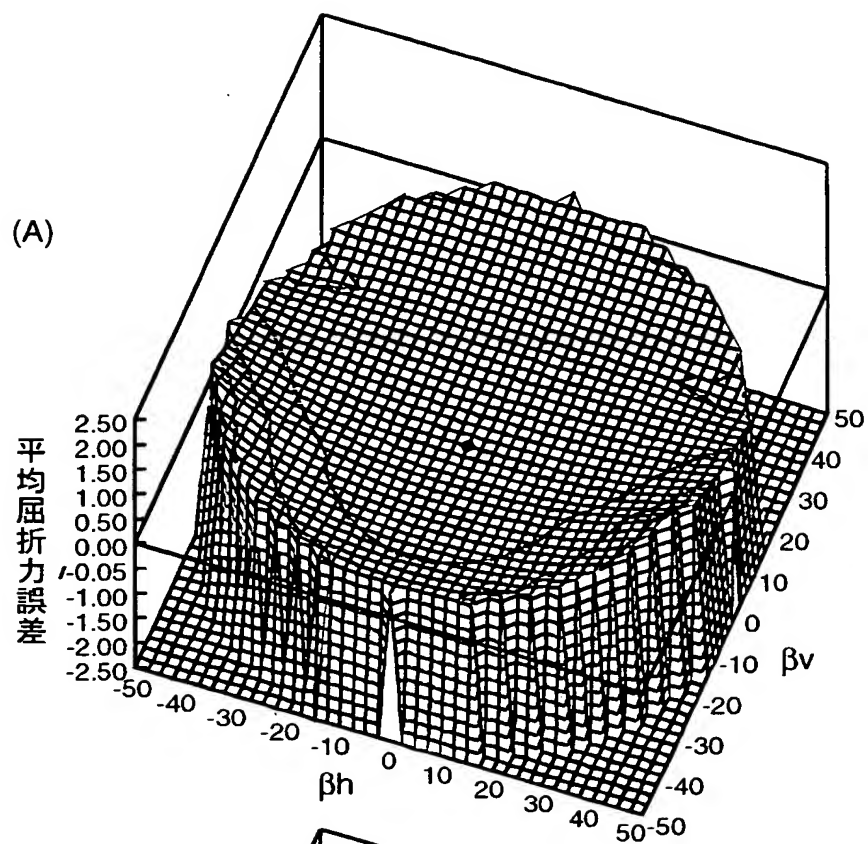
【図 50】



【図 5 1】



【図 5 2】



【図 5 3】

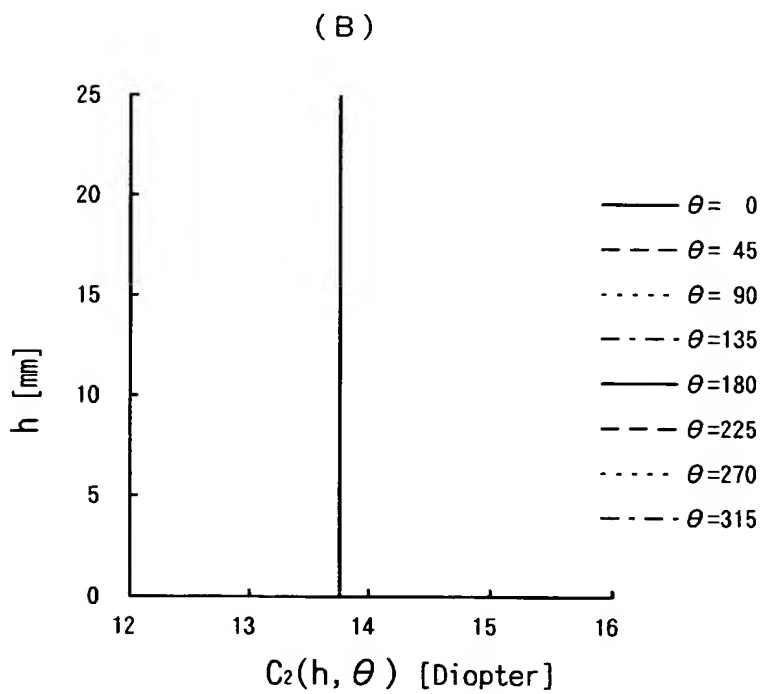
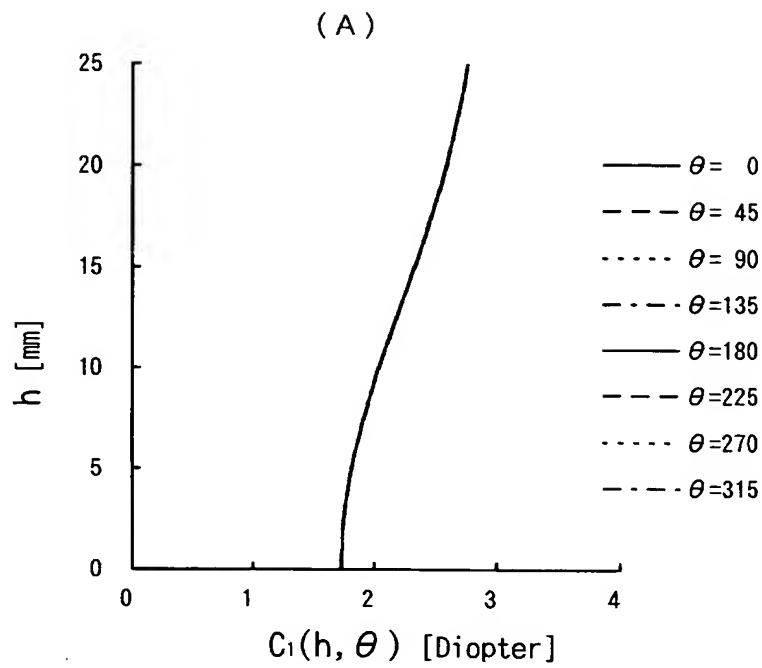
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
5.0		1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81	1.81
10.0		2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
15.0		2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
20.0		2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
25.0		2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77

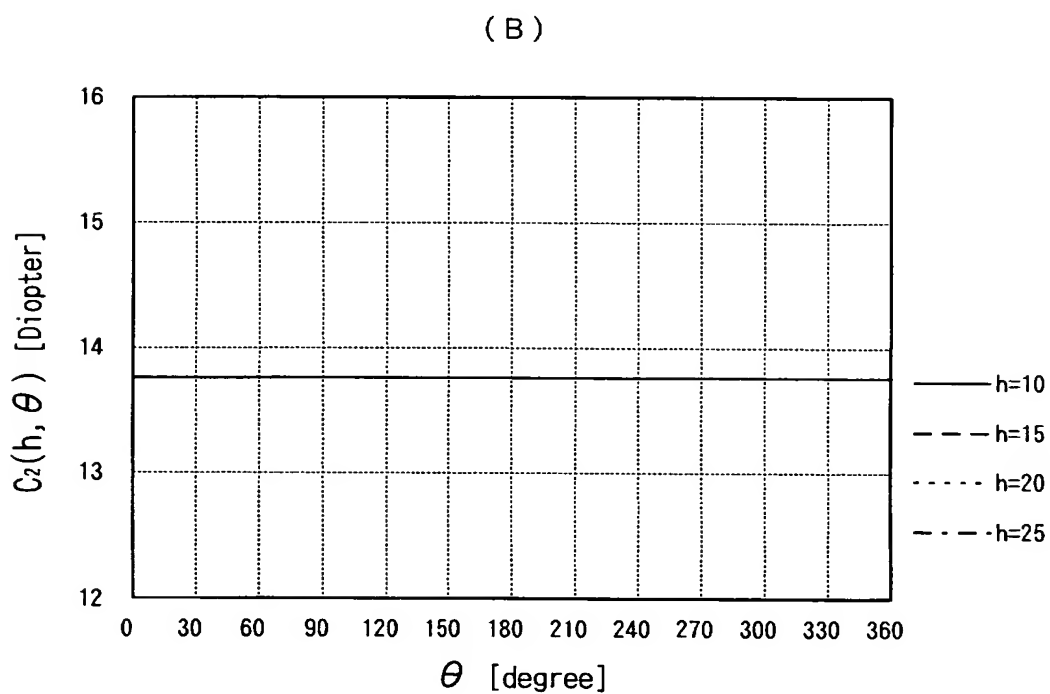
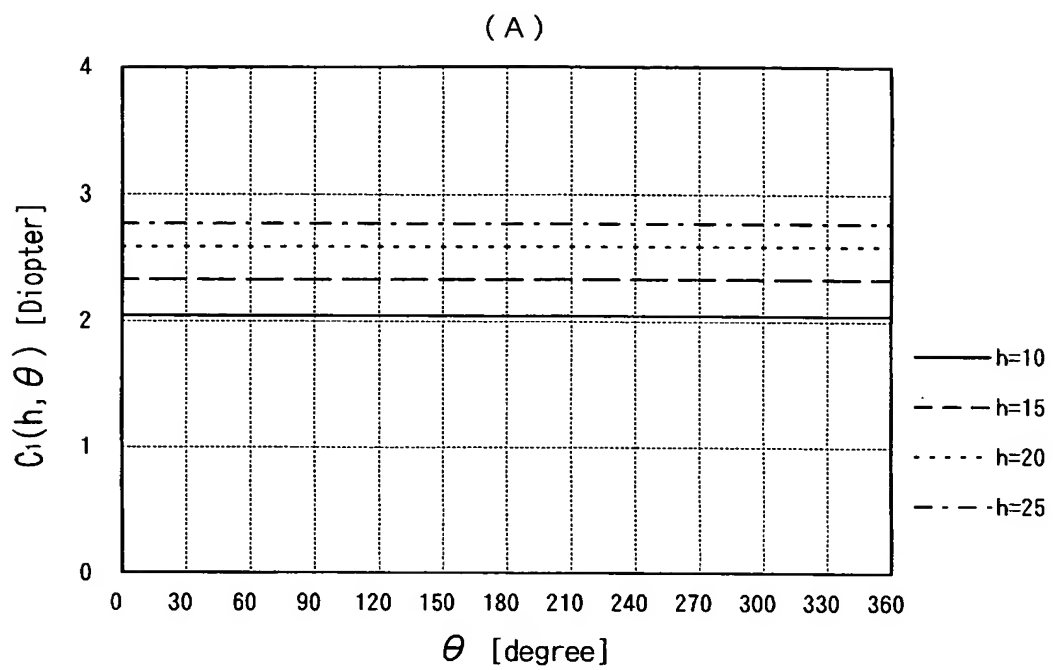
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
5.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
10.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
15.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
20.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76
25.0		13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76	13.76

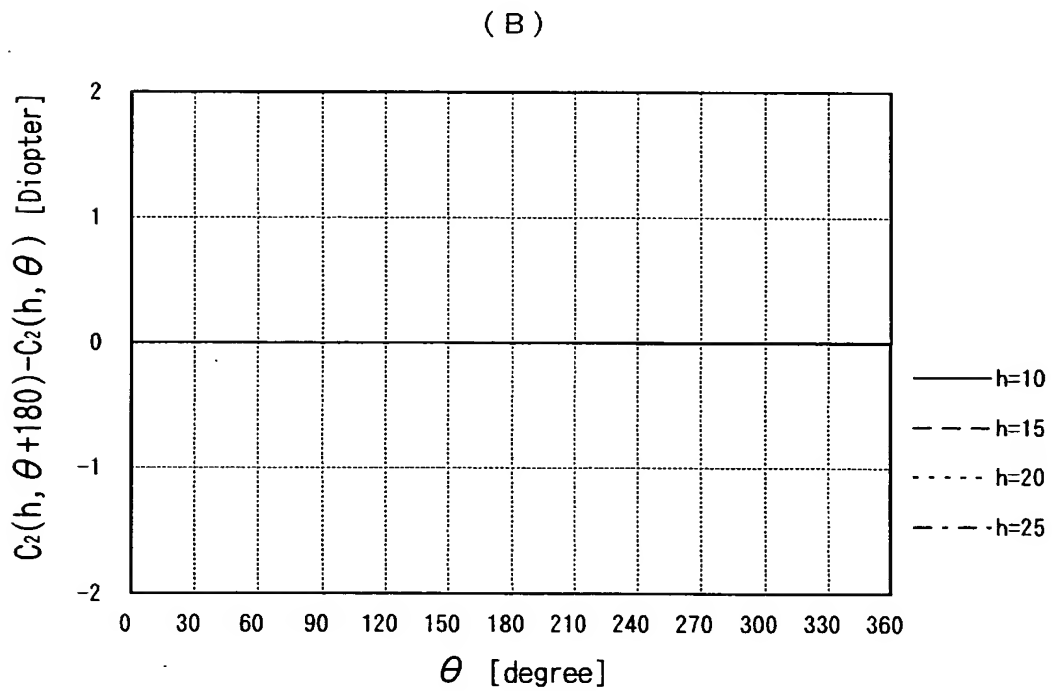
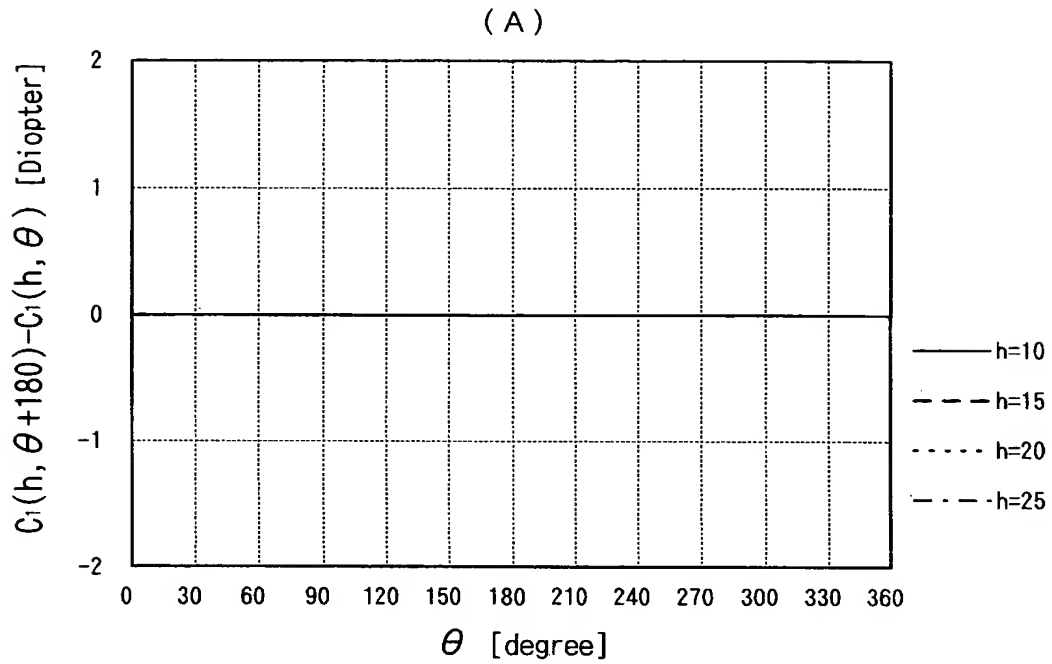
【図 5 4】



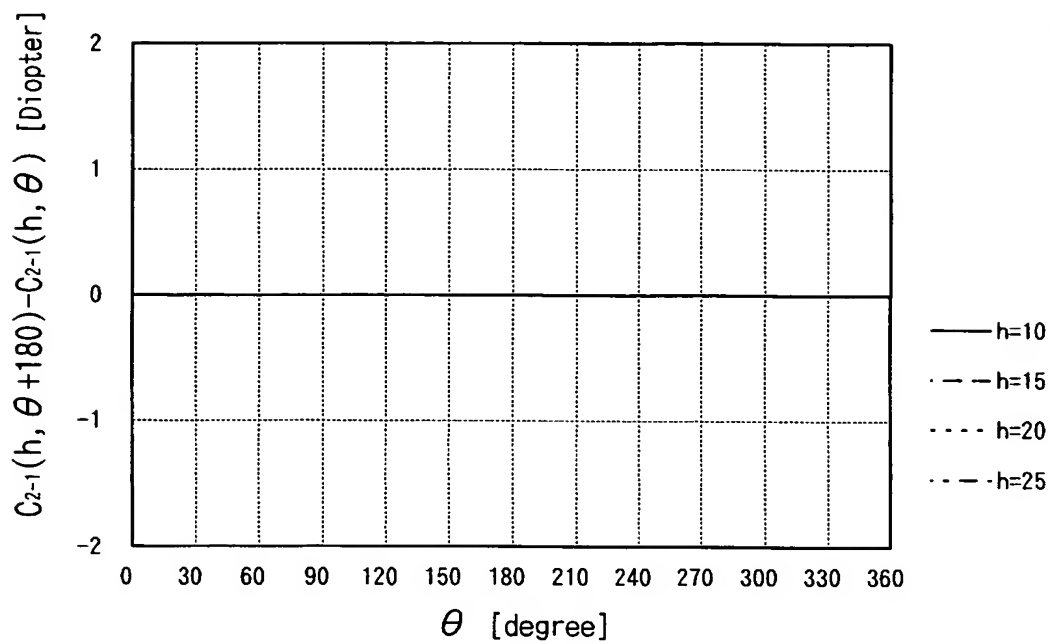
【図 55】



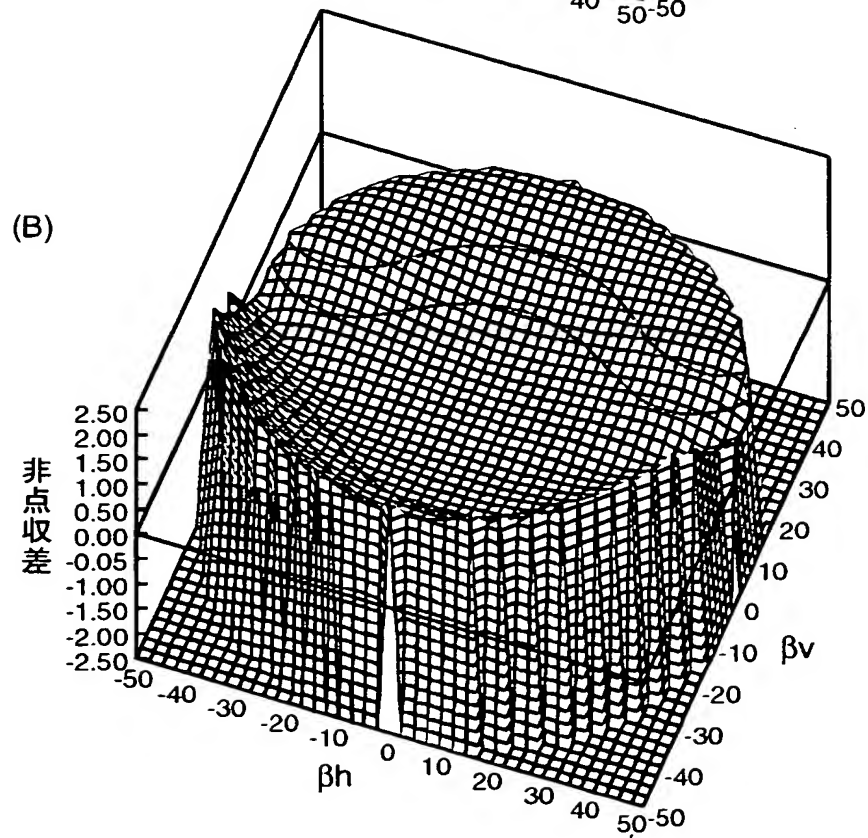
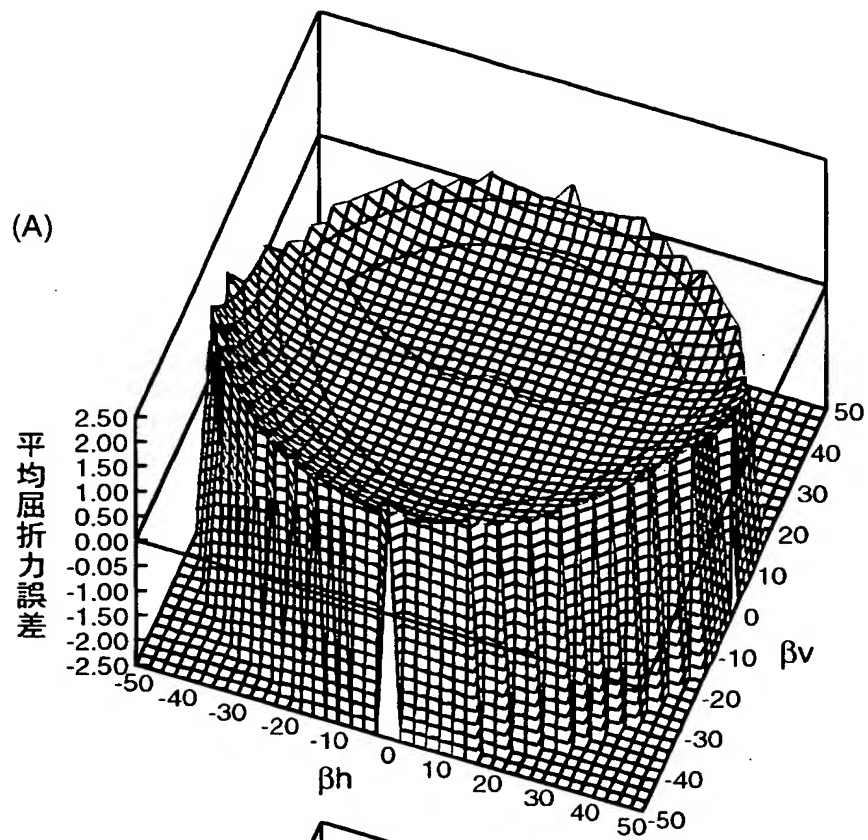
【図 56】



【図 57】



【図 58】



【図 59】

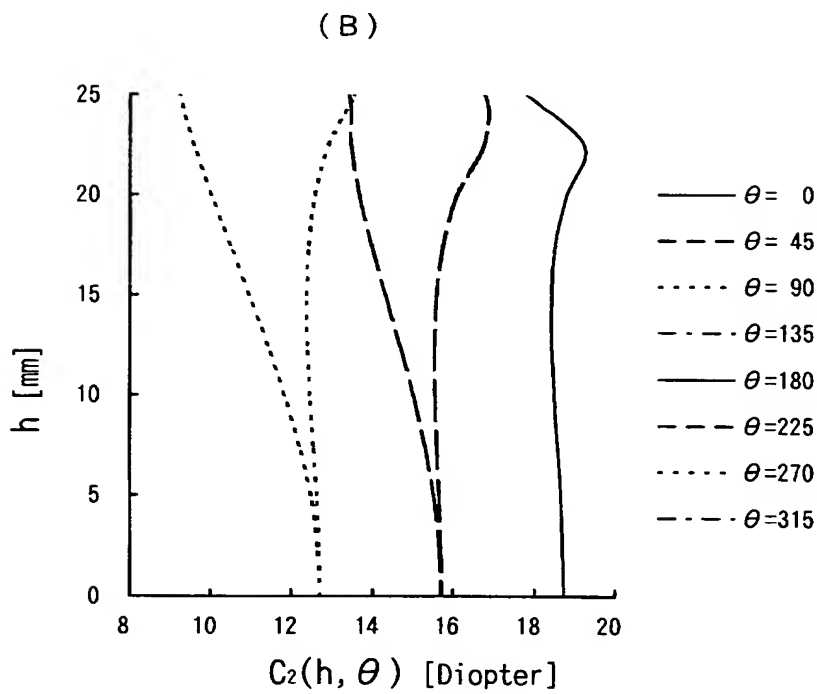
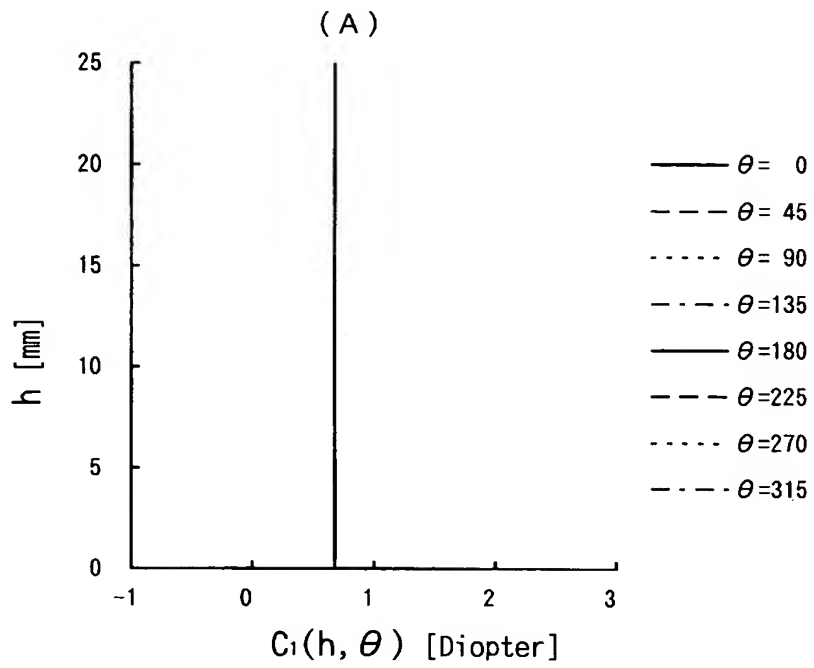
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
5.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
10.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
15.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
20.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
25.0	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68

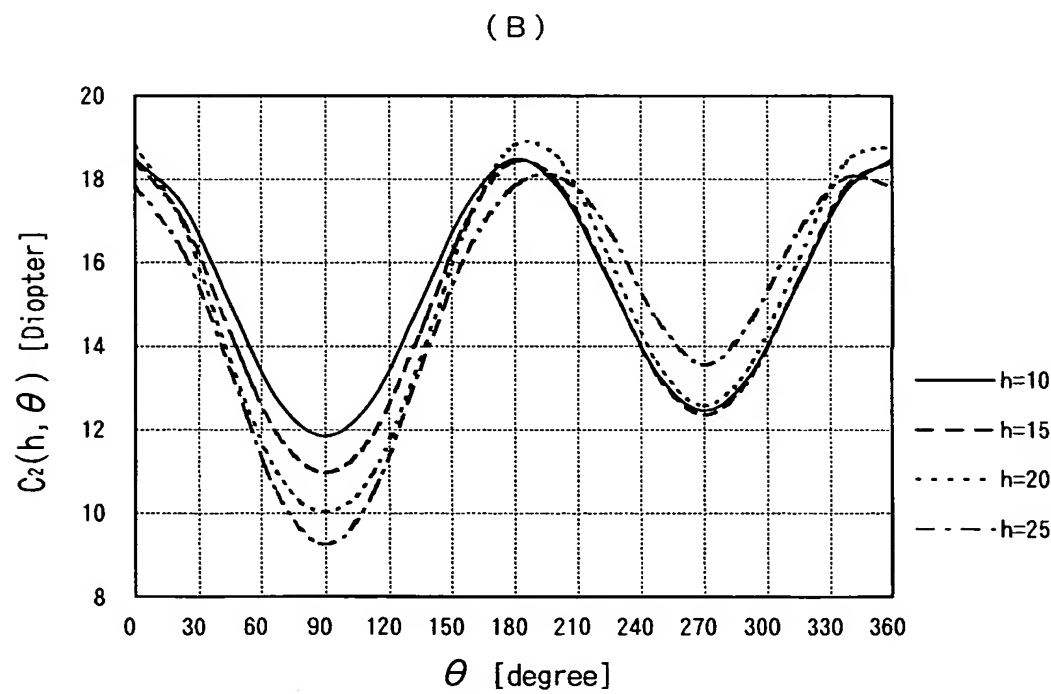
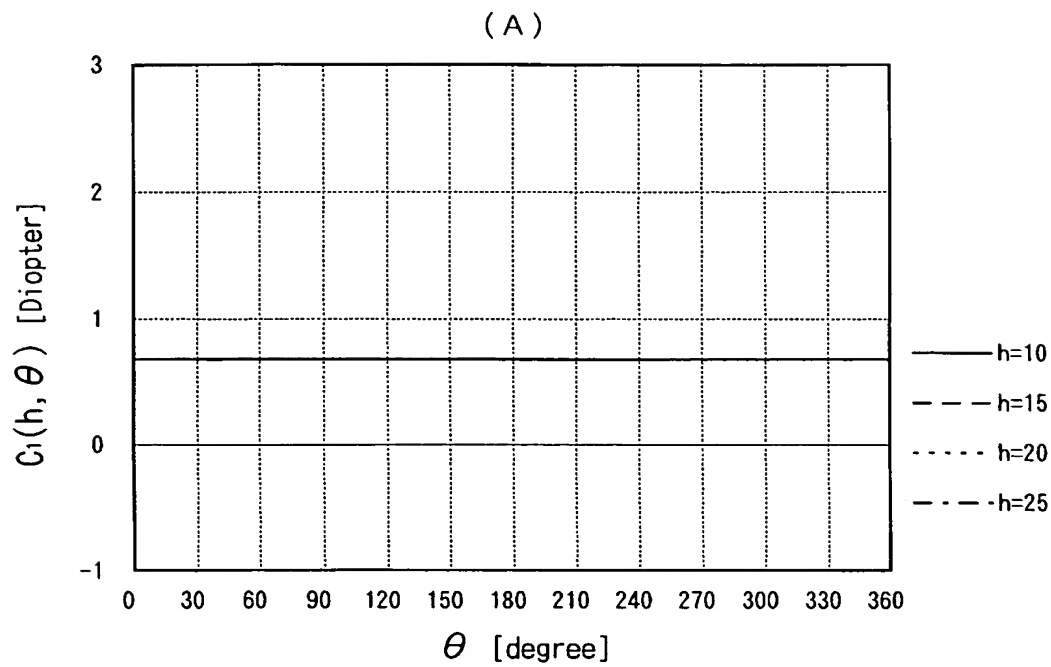
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	18.72	15.71	12.71	15.71	18.72	15.71	12.71	15.71
5.0	18.65	15.53	12.47	15.53	18.65	15.66	12.63	15.66
10.0	18.48	15.01	11.83	15.01	18.48	15.55	12.45	15.55
15.0	18.42	14.33	10.95	14.33	18.42	15.59	12.36	15.59
20.0	18.80	13.67	10.02	13.67	18.80	16.10	12.58	16.10
25.0	17.82	13.43	9.25	13.43	17.82	16.77	13.54	16.77

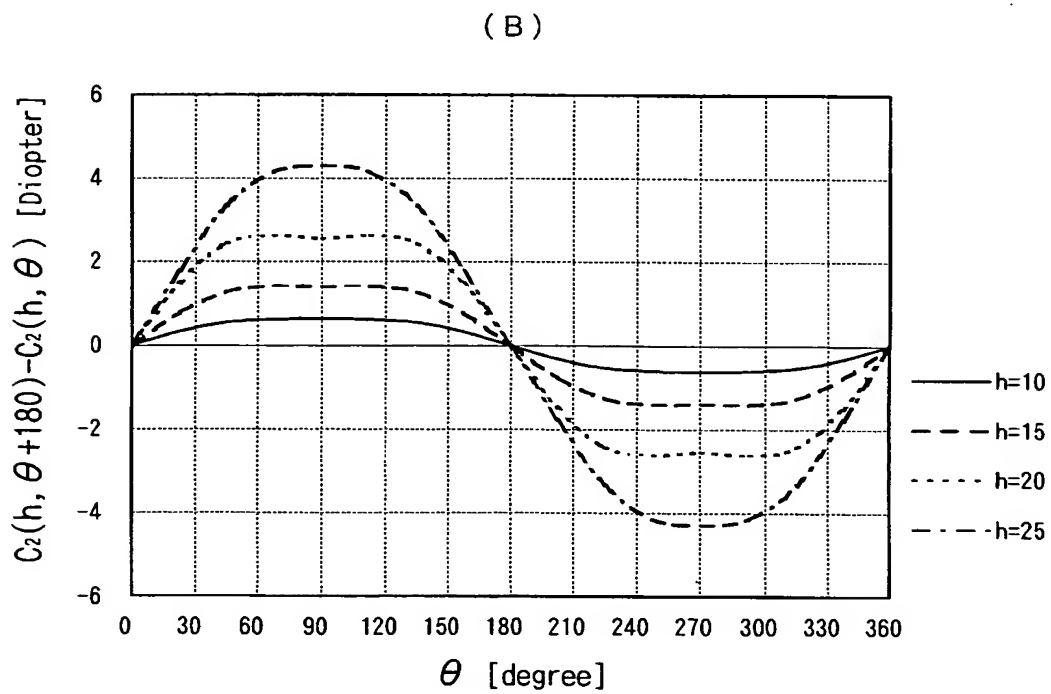
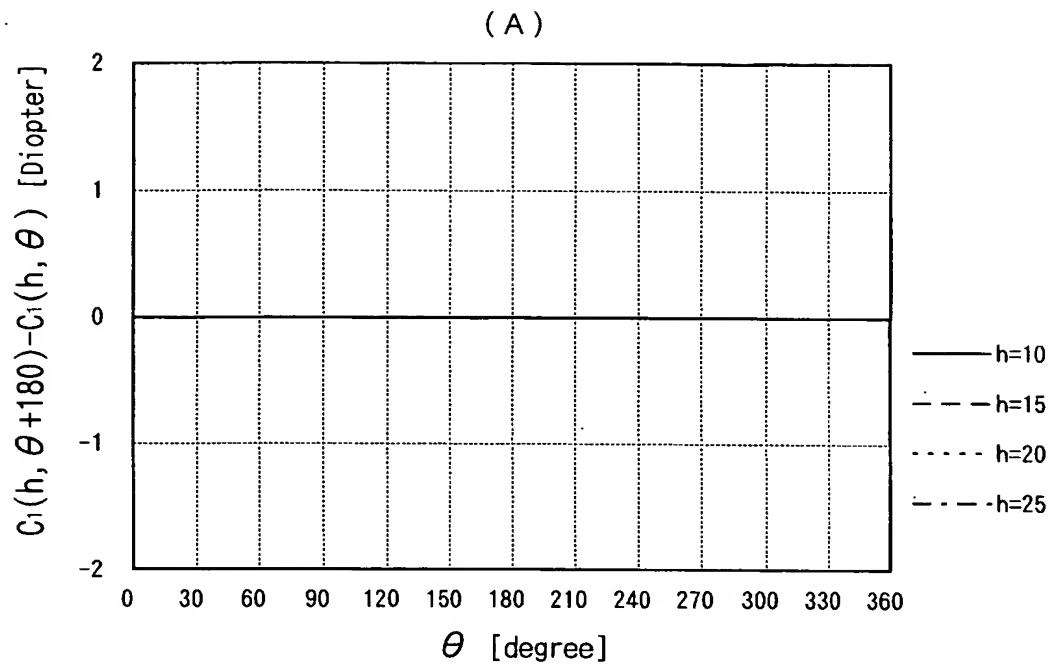
【図 60】



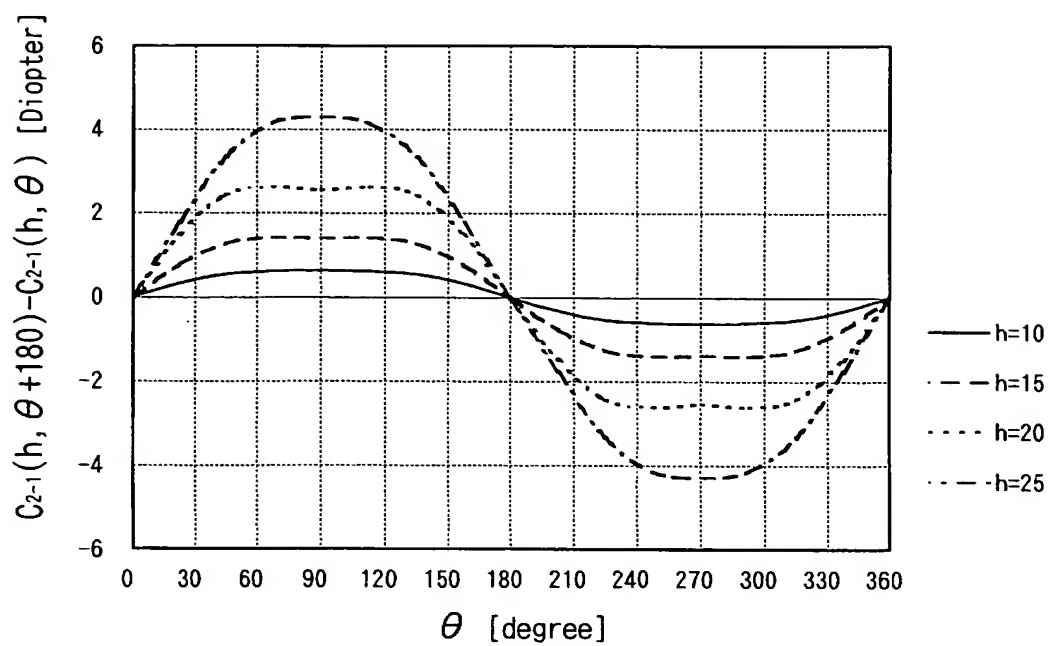
【図 6 1】



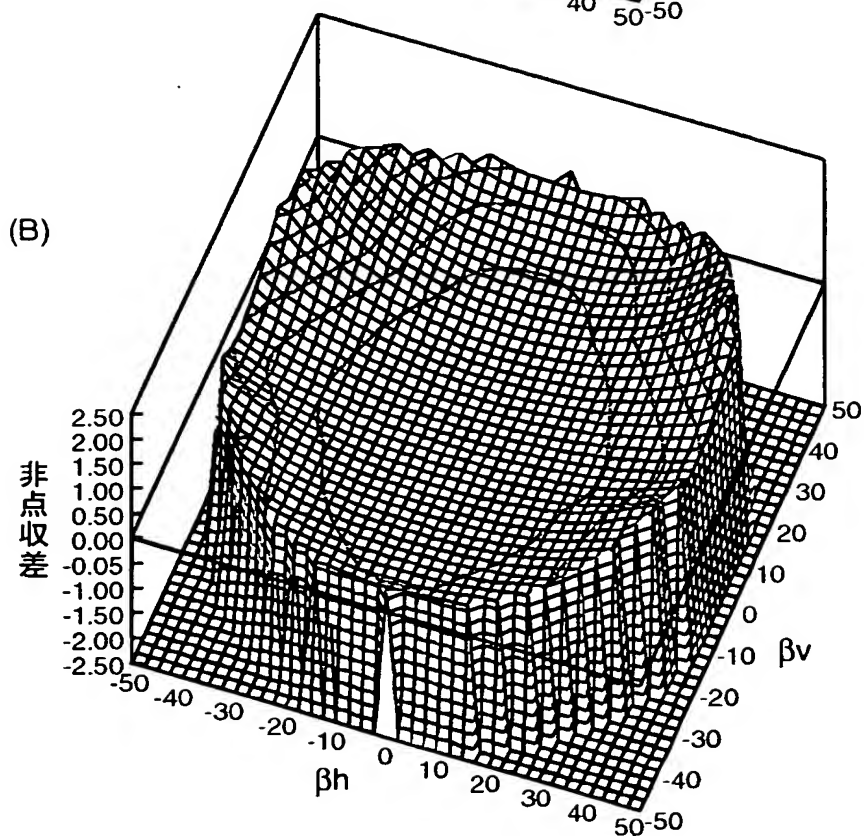
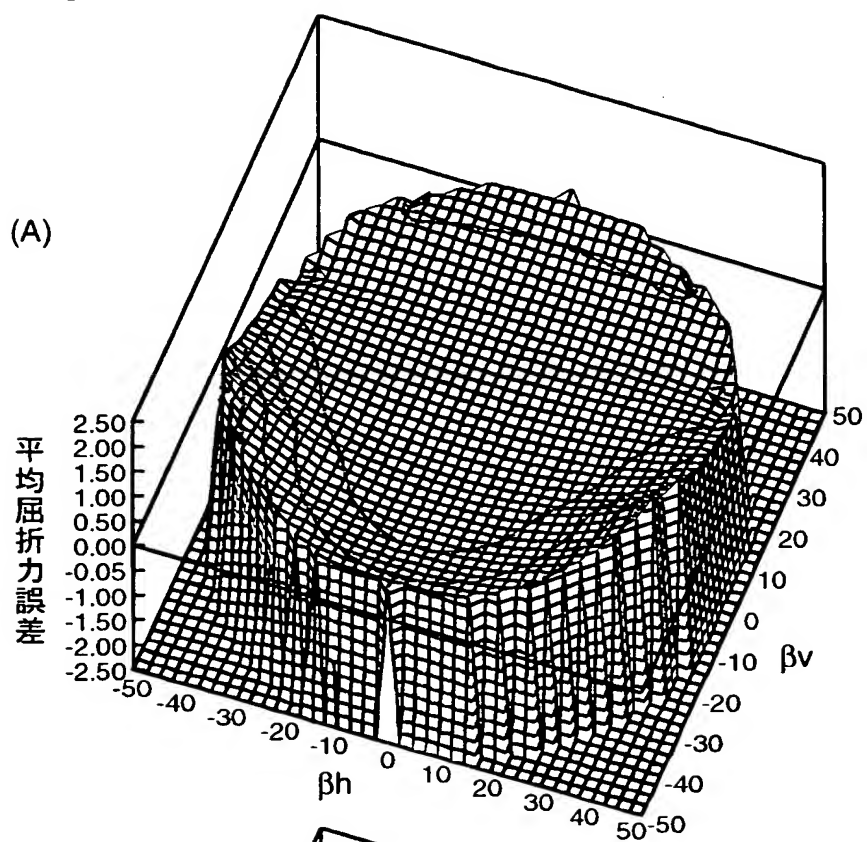
【図 6 2】



【図 6 3】



【図 6 4】



【図 6 5】

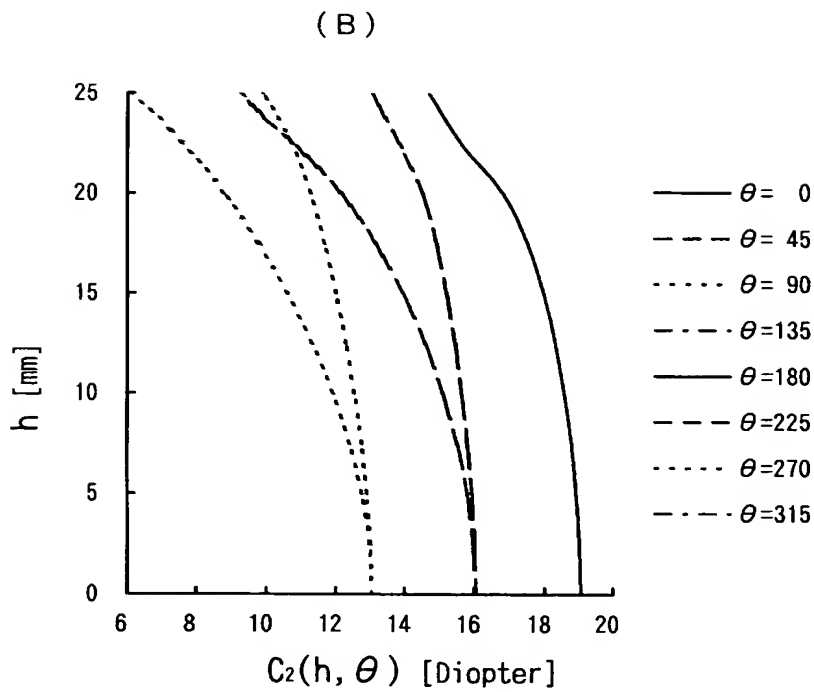
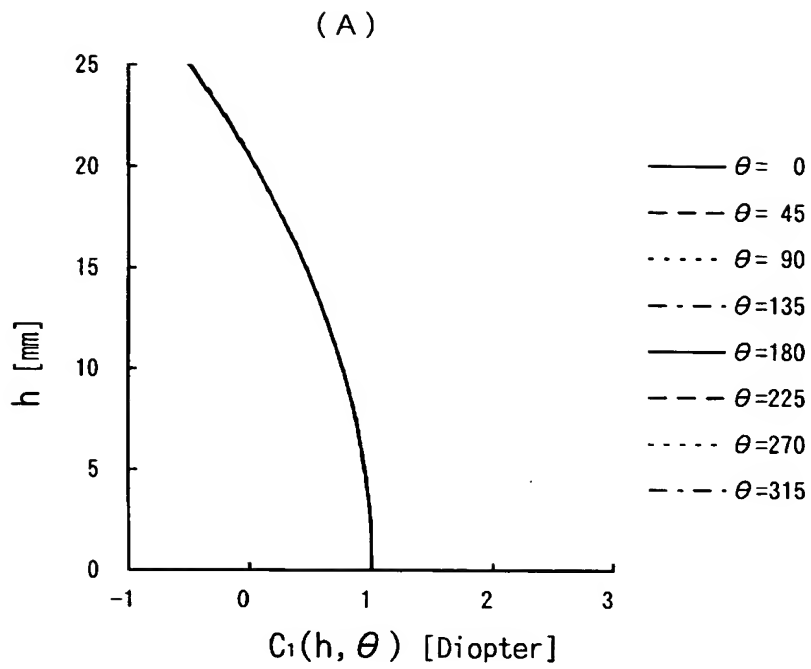
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
5.0		0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
10.0		0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
15.0		0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
20.0		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
25.0		-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49

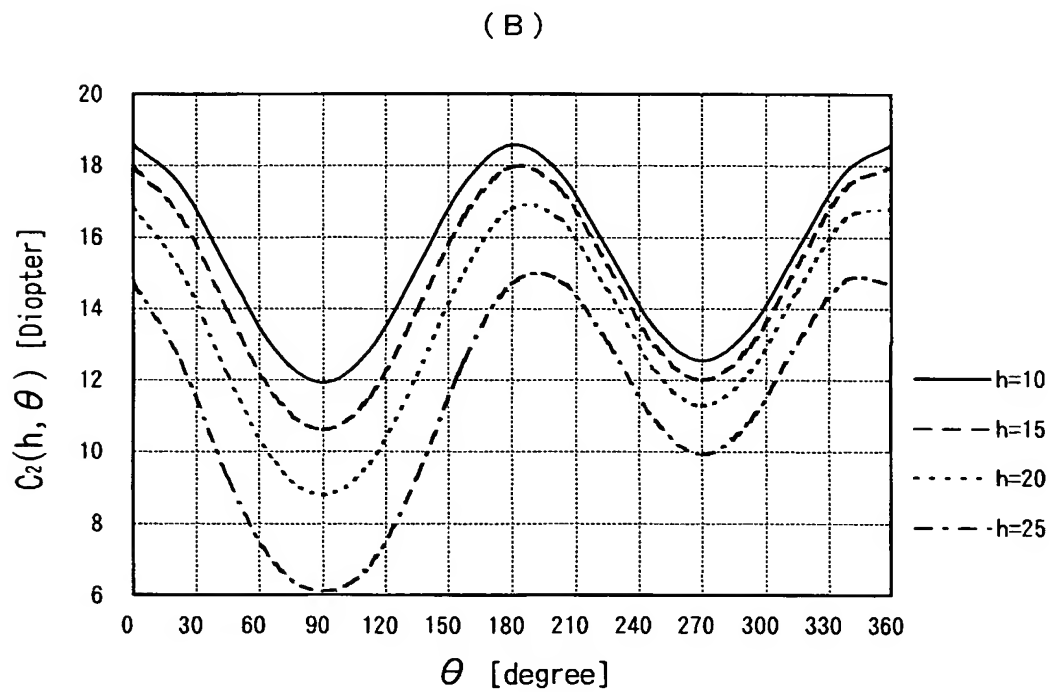
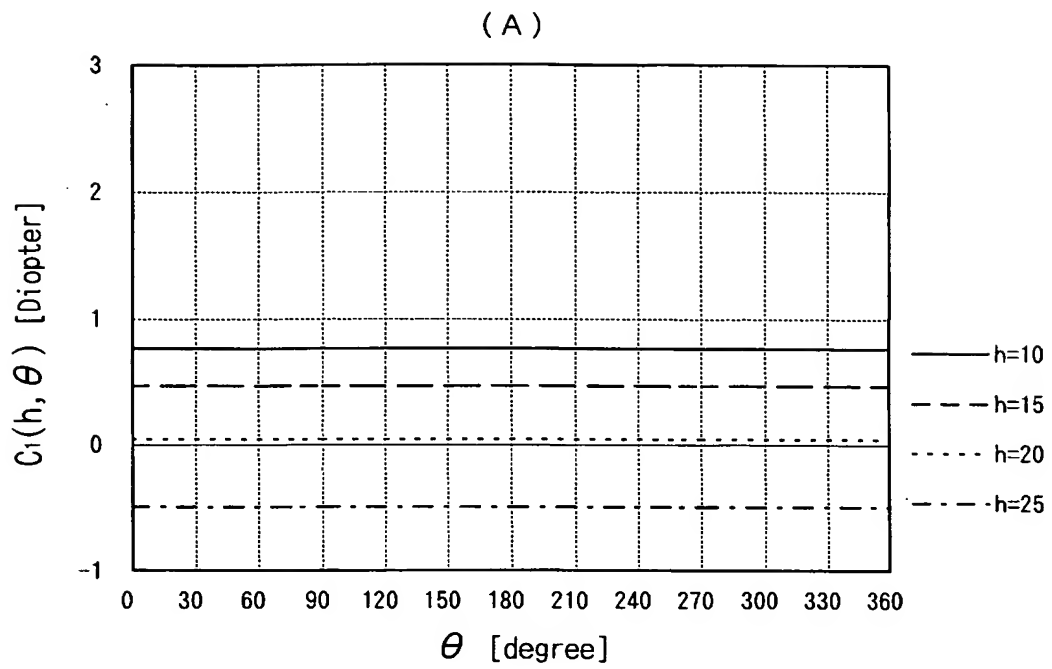
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		19.05	16.04	13.04	16.04	19.05	16.04	13.04	16.04
5.0		18.93	15.80	12.75	15.80	18.93	15.93	12.90	15.93
10.0		18.57	15.10	11.92	15.10	18.57	15.64	12.54	15.64
15.0		17.96	13.93	10.61	13.93	17.96	15.19	12.01	15.19
20.0		16.80	12.14	8.78	12.14	16.80	14.50	11.29	14.50
25.0		14.71	9.28	6.11	9.28	14.71	13.04	9.92	13.04

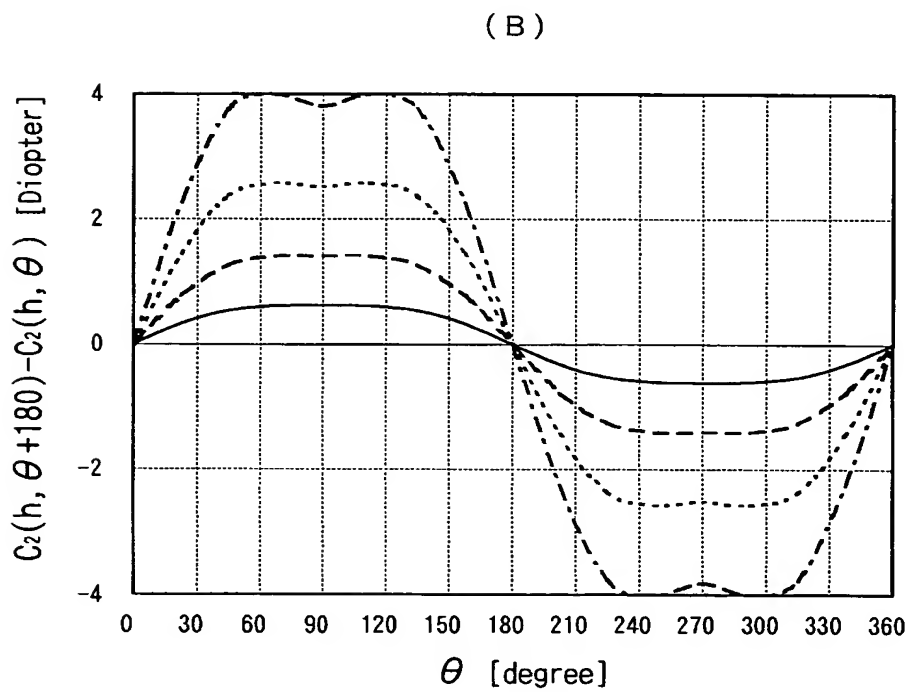
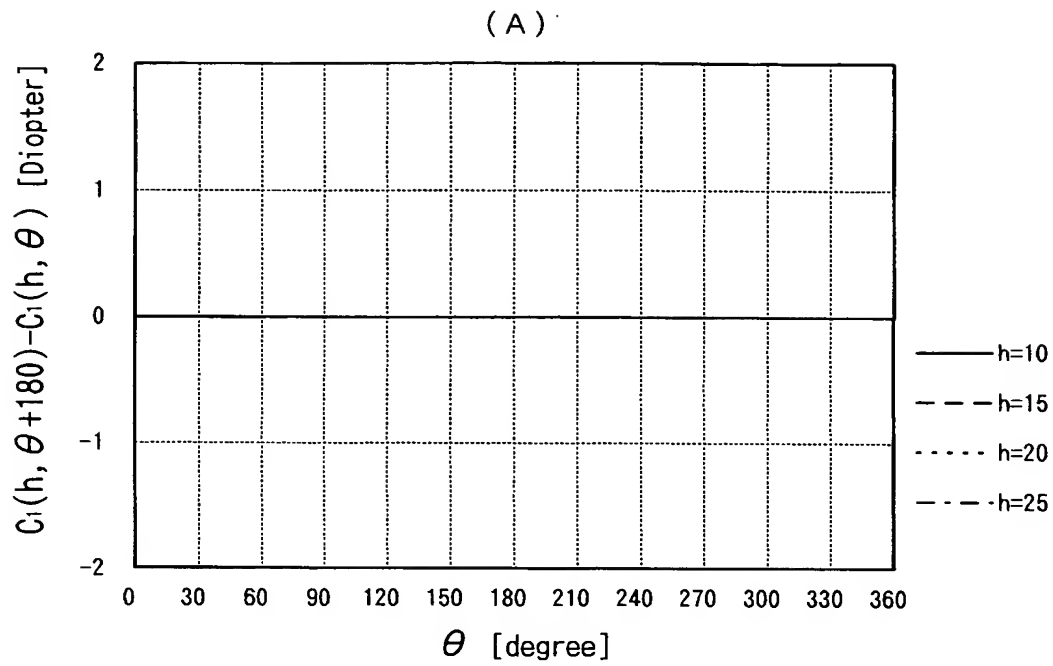
【図 6 6】



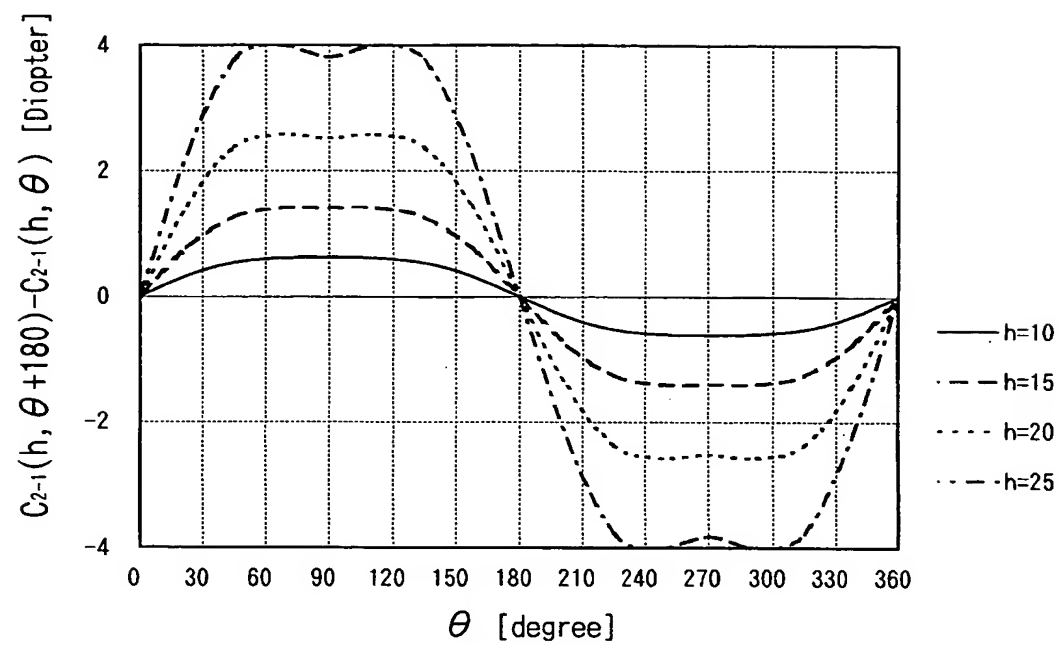
【図 6 7】



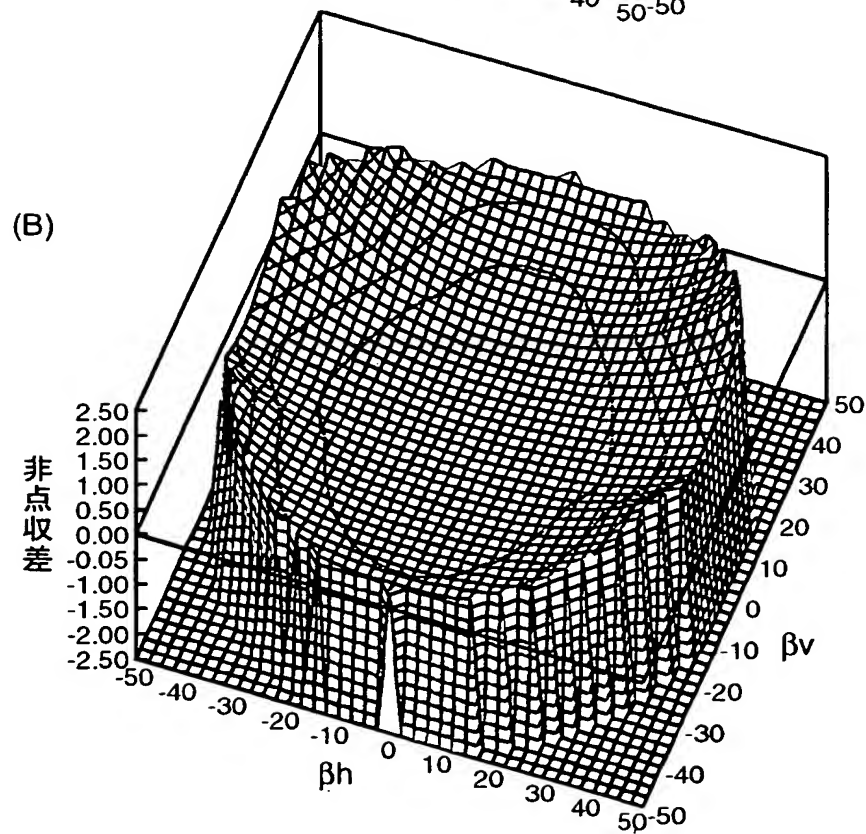
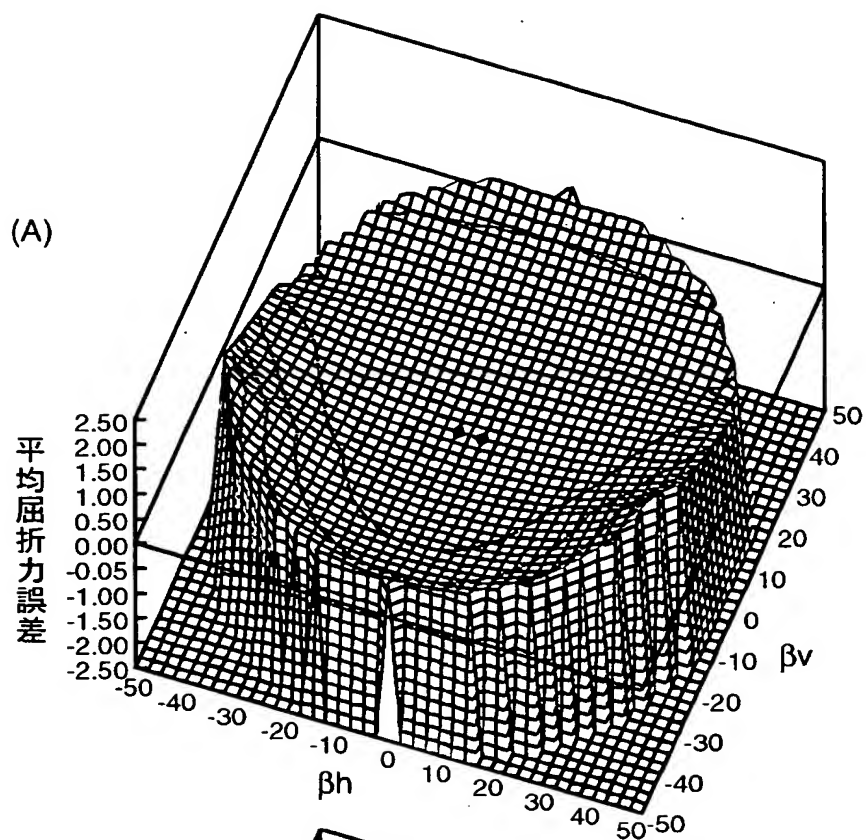
【図 68】



【図 6 9】



【図 70】



【図 7 1】

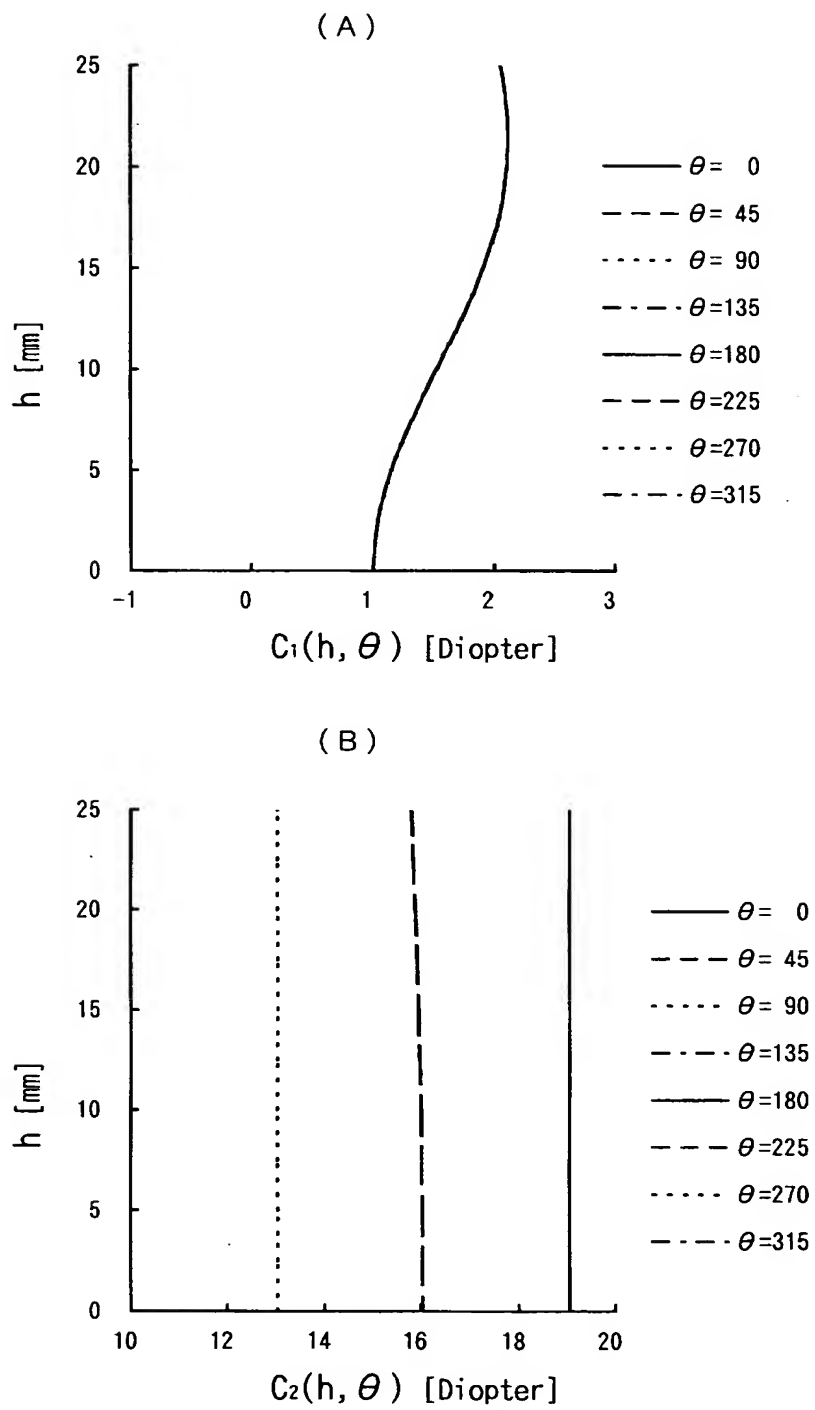
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
5.0	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
10.0	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
15.0	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
20.0	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
25.0	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06

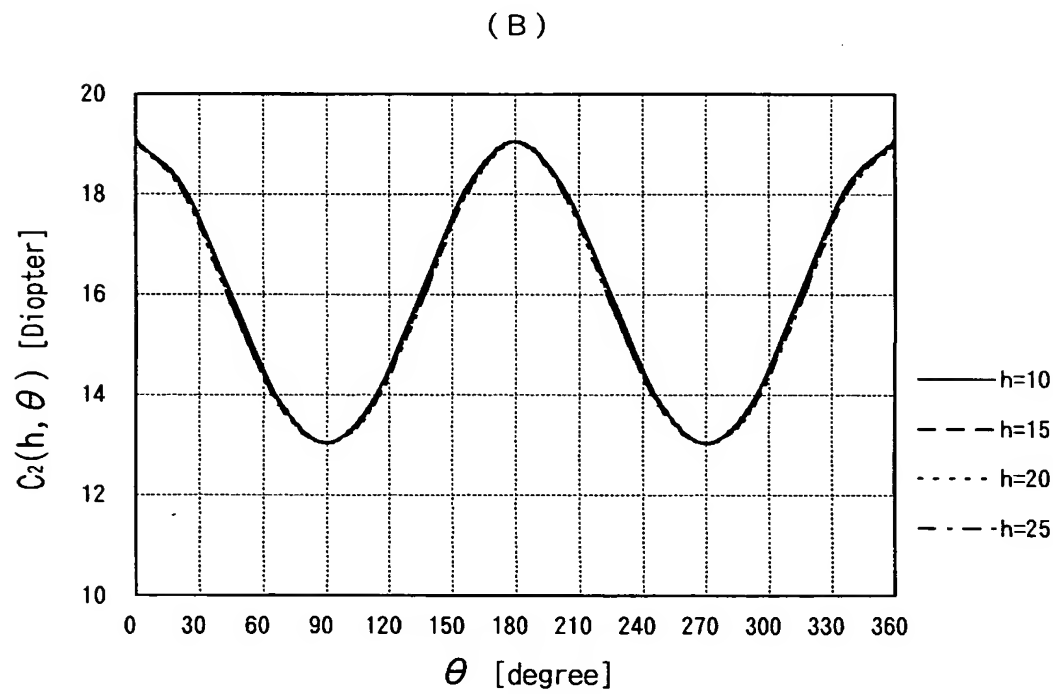
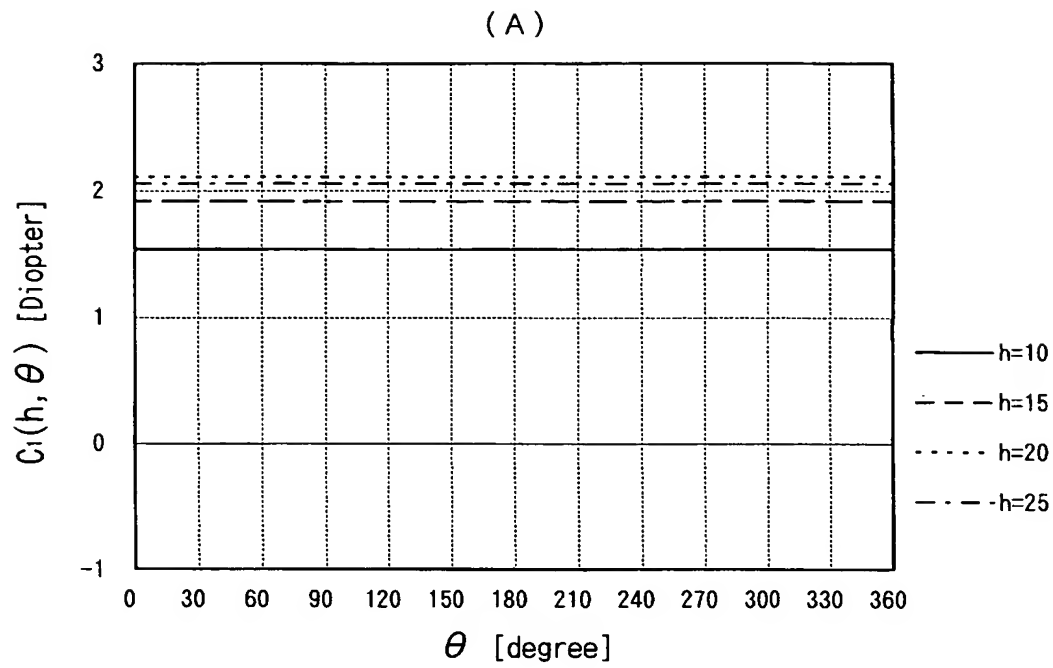
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	19.05	16.04	13.04	16.04	19.05	16.04	13.04	16.04
5.0	19.05	16.03	13.04	16.03	19.05	16.03	13.04	16.03
10.0	19.05	16.01	13.04	16.01	19.05	16.01	13.04	16.01
15.0	19.05	15.96	13.04	15.96	19.05	15.96	13.04	15.96
20.0	19.05	15.90	13.04	15.90	19.05	15.90	13.04	15.90
25.0	19.05	15.80	13.04	15.80	19.05	15.80	13.04	15.80

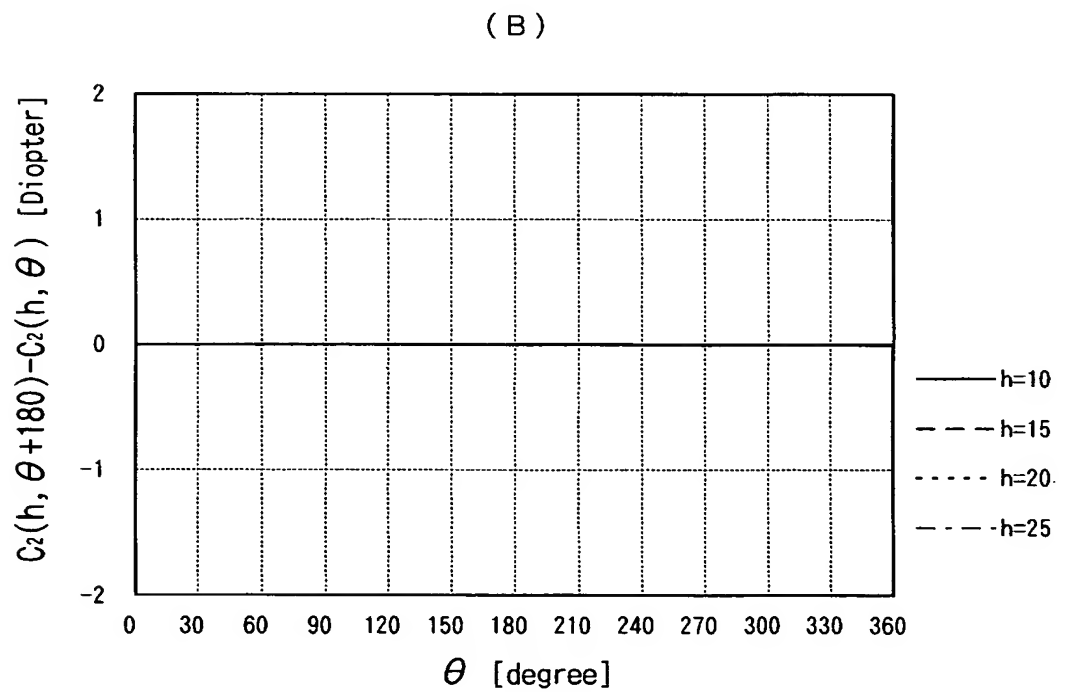
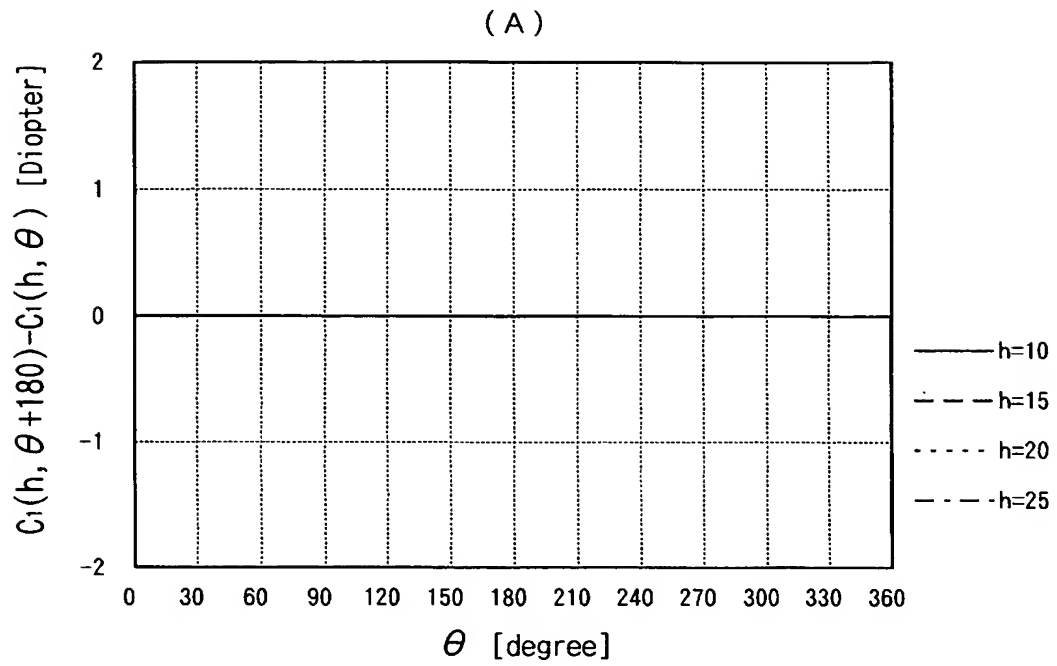
【図 7 2】



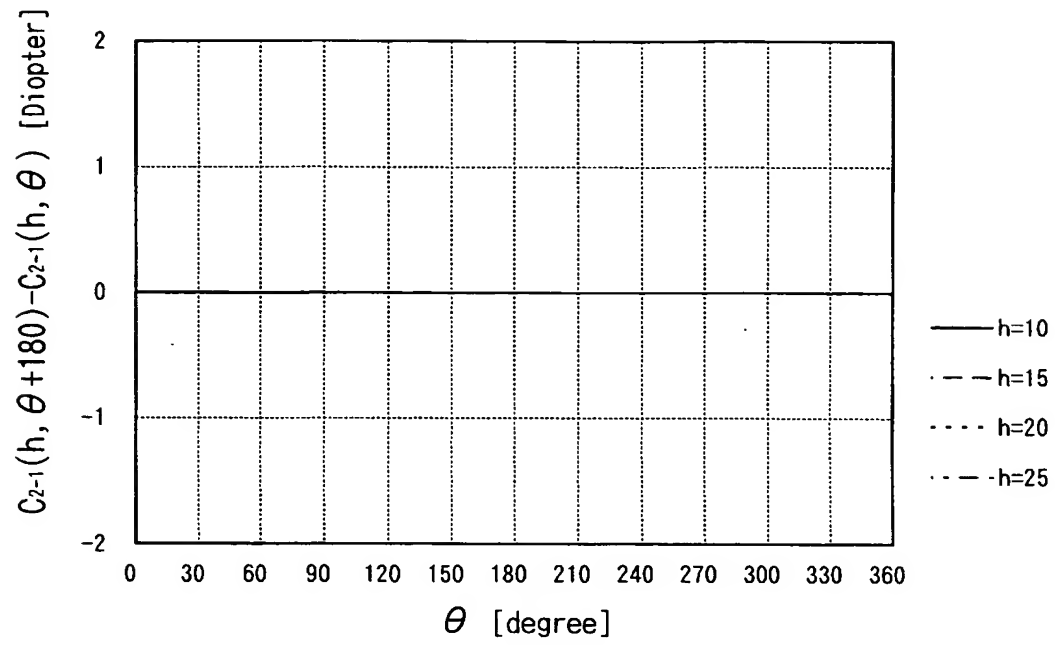
【図 7 3】



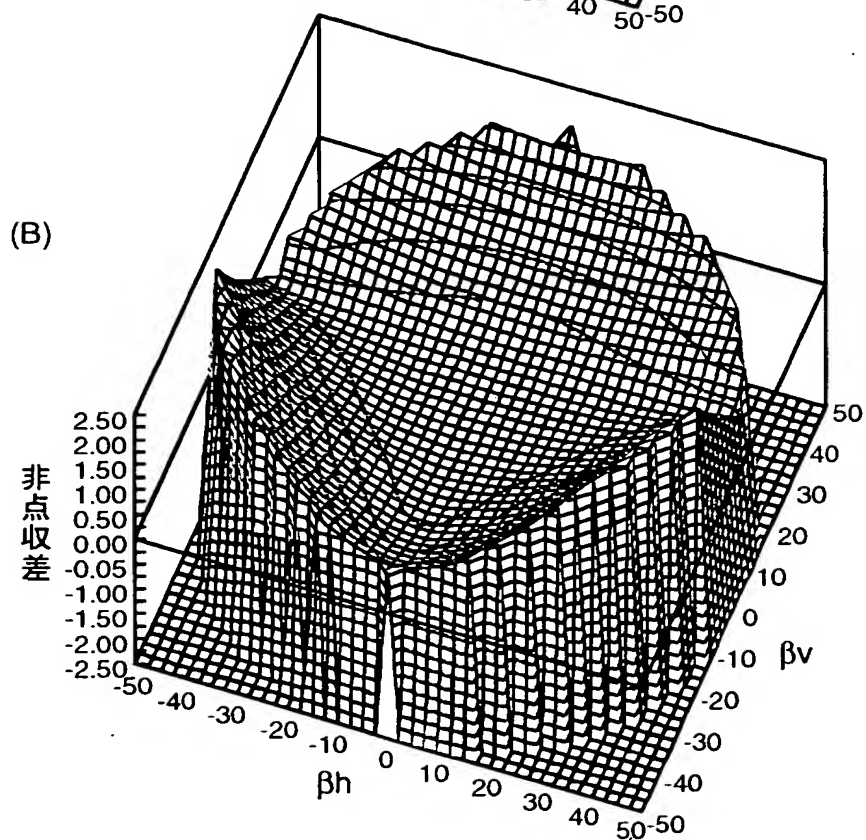
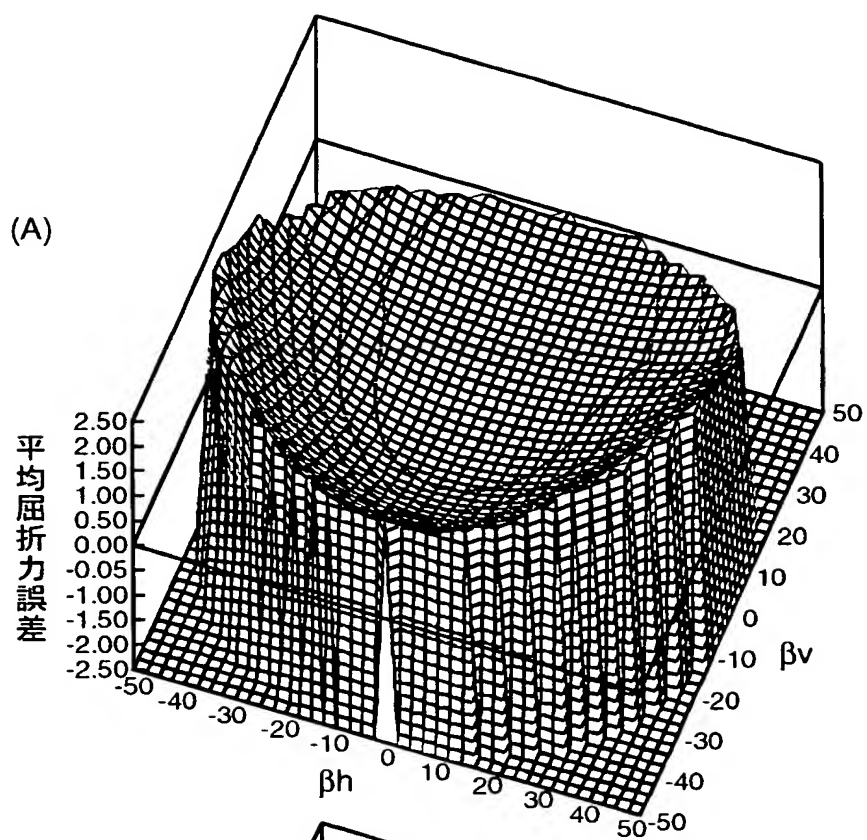
【図 7 4】



【図 7 5】



【図 76】



【図 7 7】

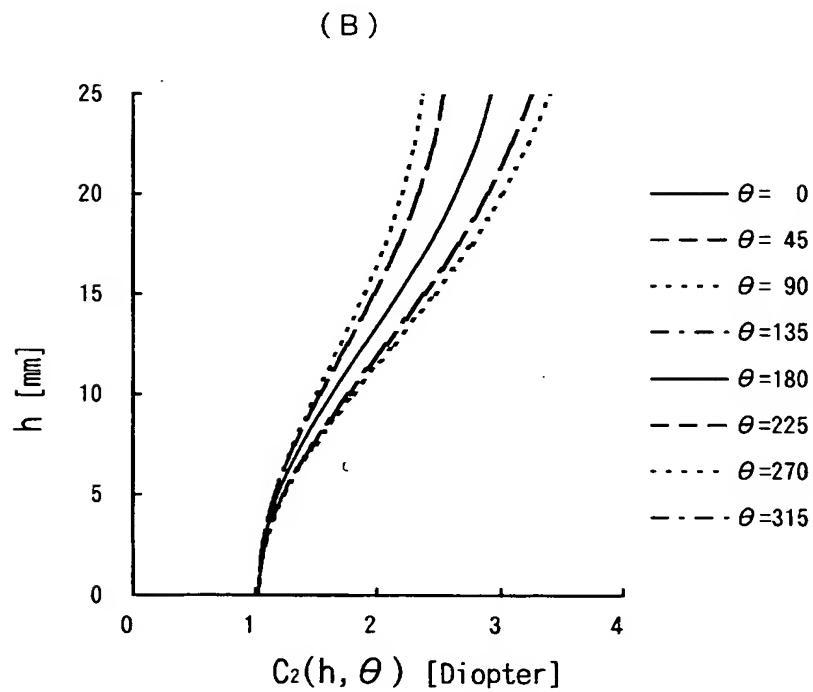
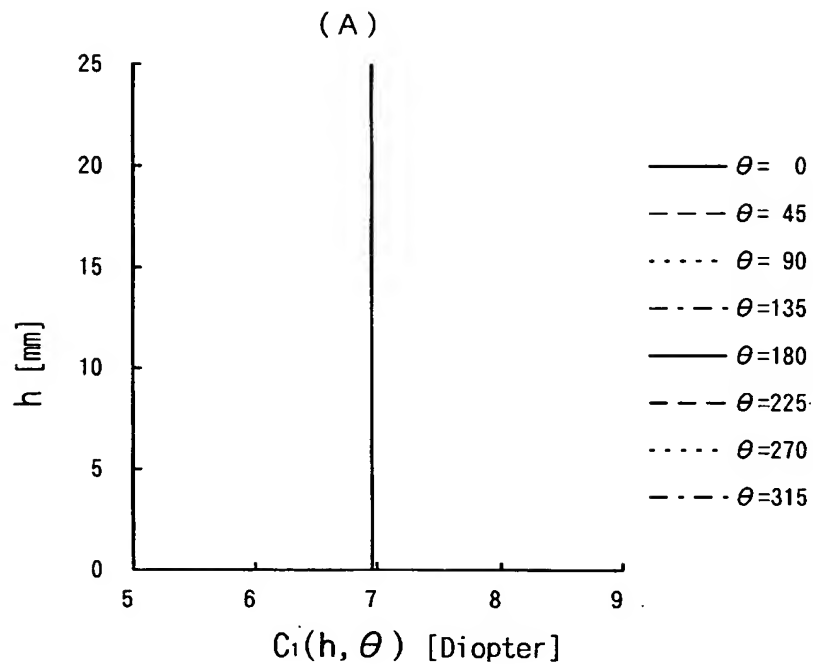
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
5.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
10.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
15.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
20.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
25.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96

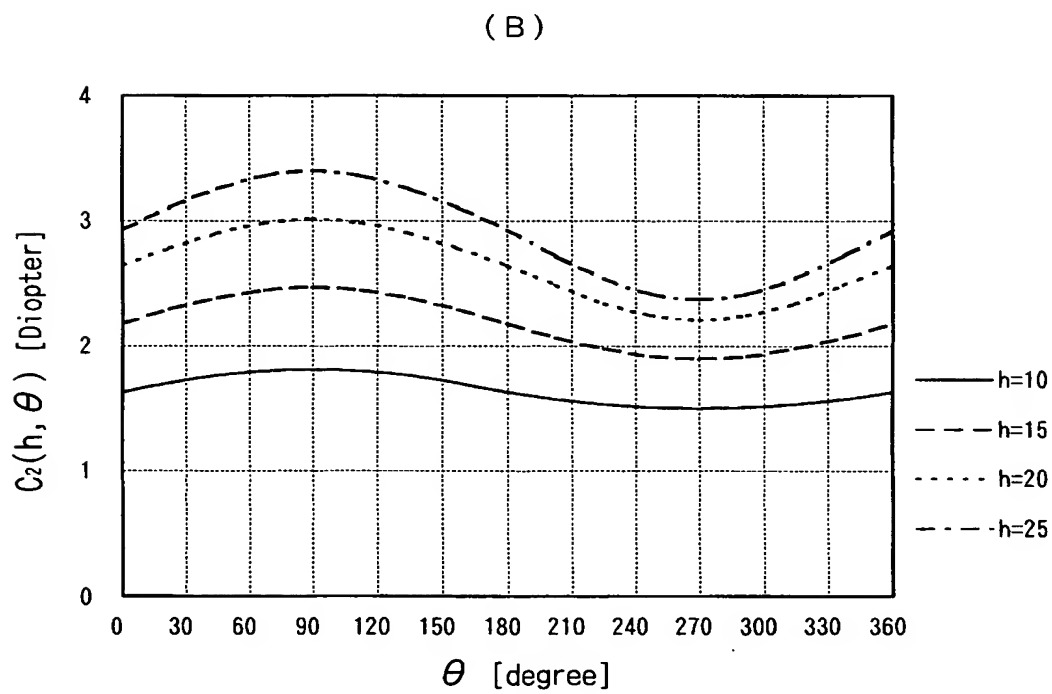
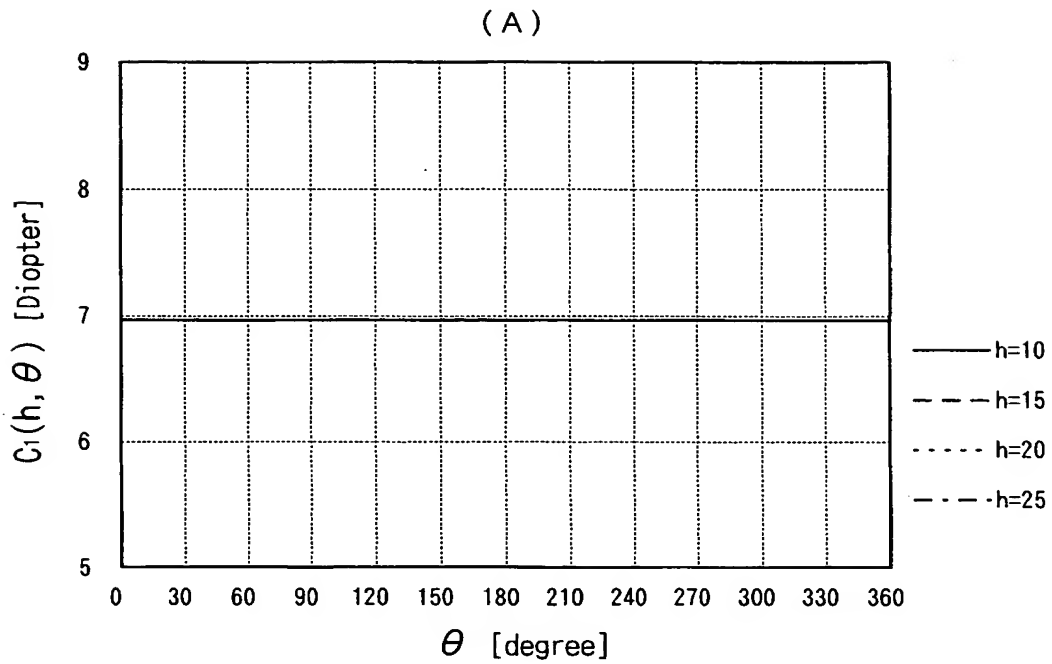
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
5.0	1.19	1.23	1.25	1.23	1.19	1.17	1.16	1.17
10.0	1.63	1.76	1.81	1.76	1.63	1.53	1.50	1.53
15.0	2.18	2.38	2.47	2.38	2.18	1.98	1.90	1.98
20.0	2.64	2.90	3.01	2.90	2.64	2.34	2.21	2.34
25.0	2.92	3.26	3.40	3.26	2.92	2.54	2.37	2.54

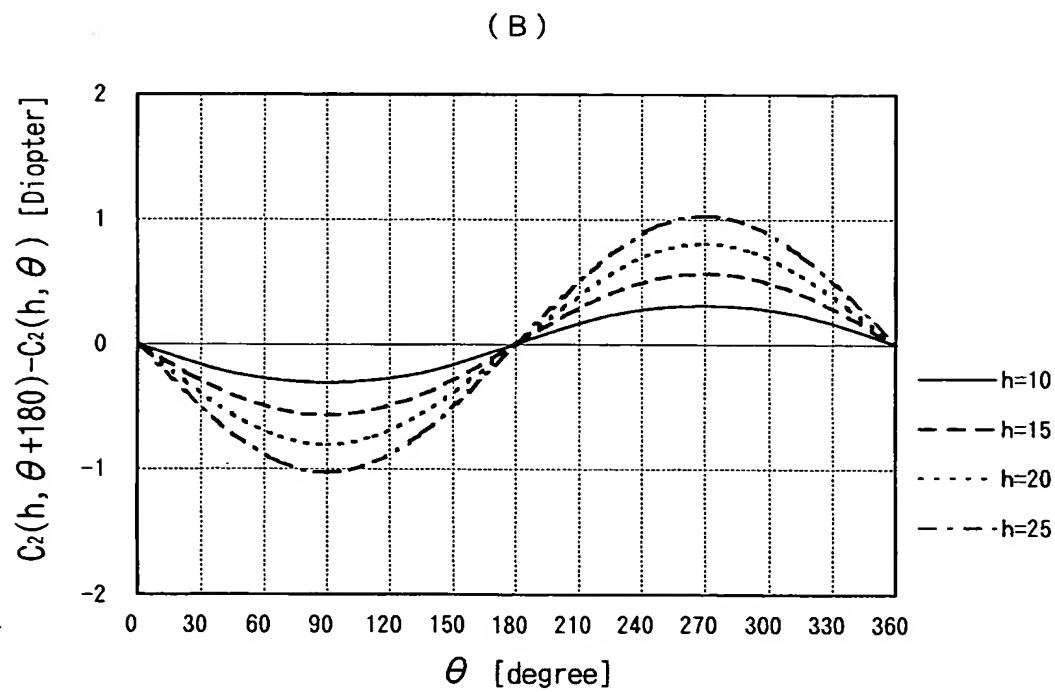
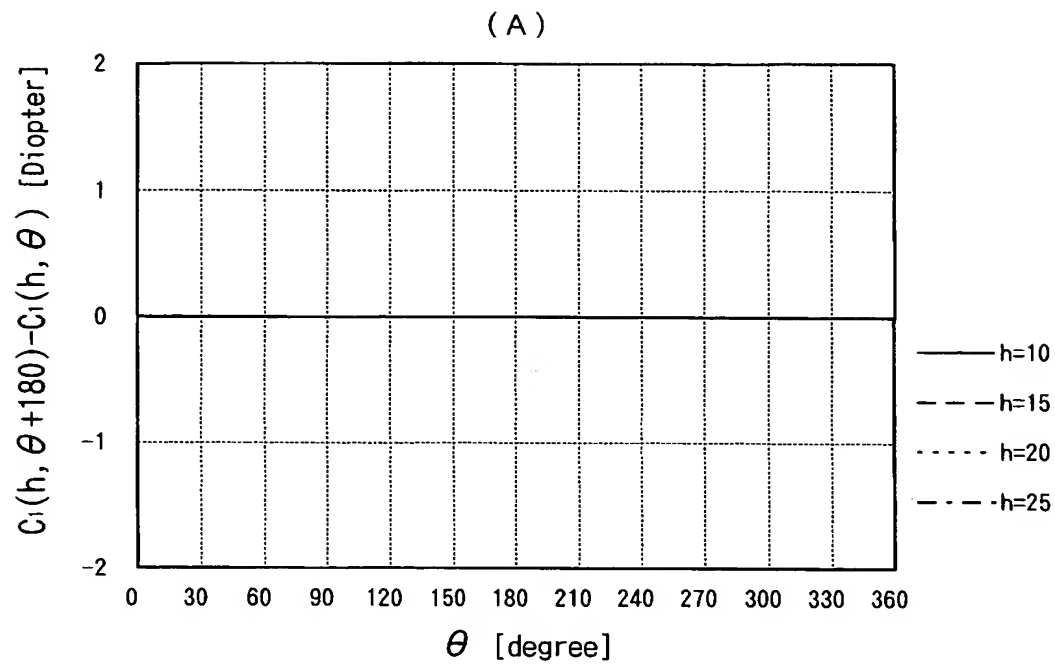
【図 78】



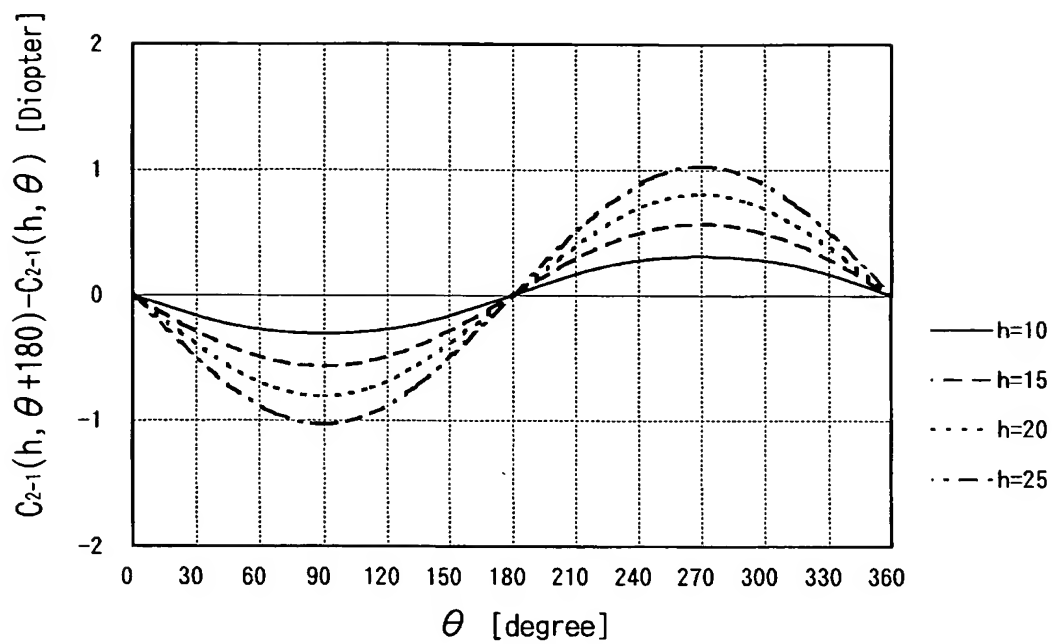
【図 7 9】



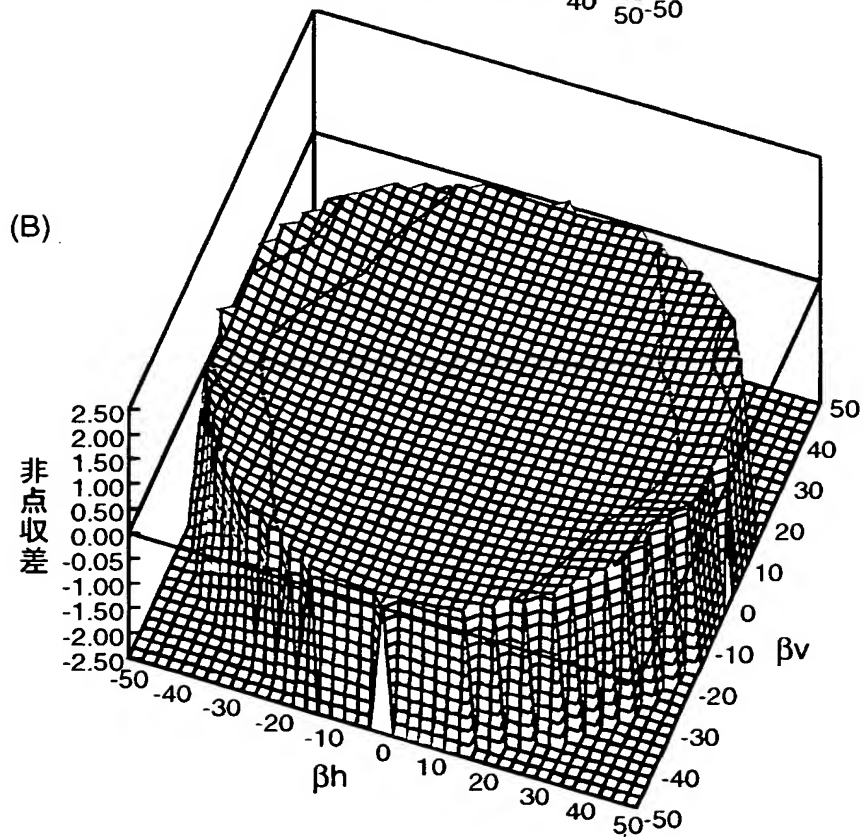
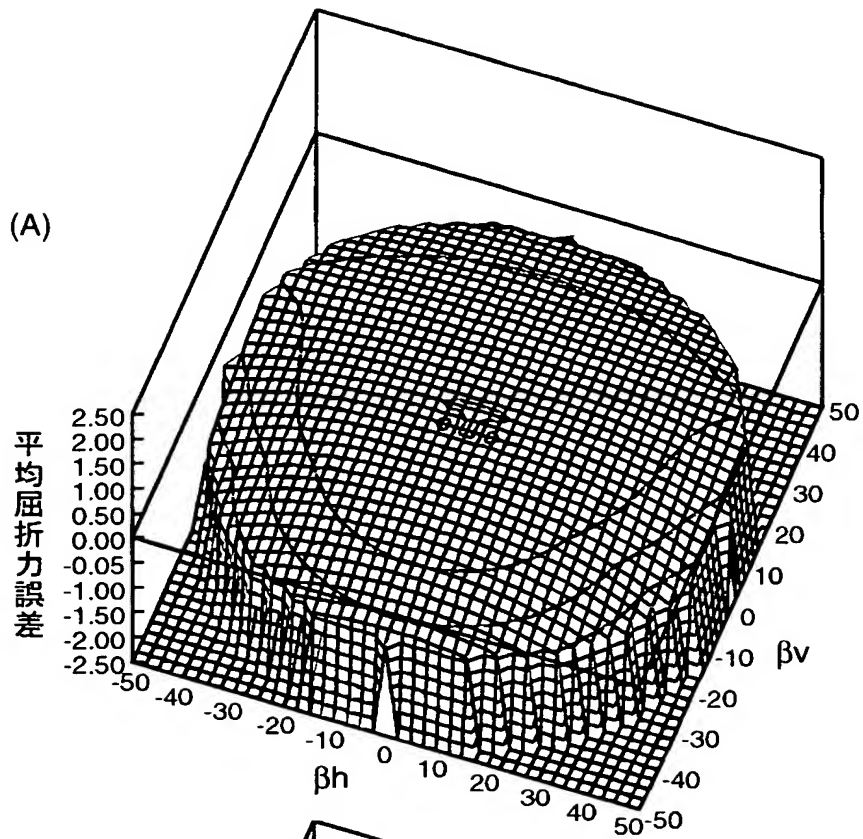
【図 8 0】



【図 8 1】



【図 8 2】



【図 8 3】

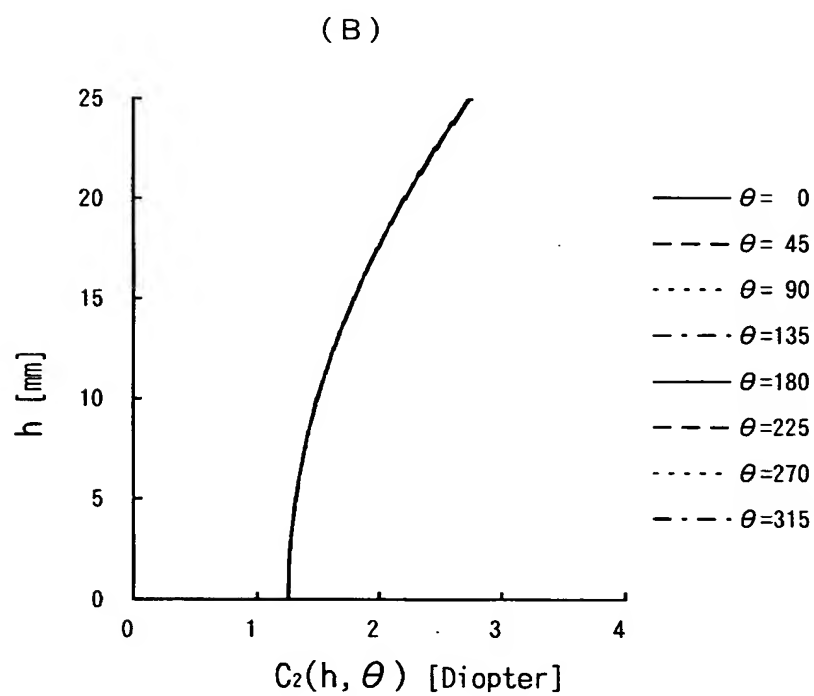
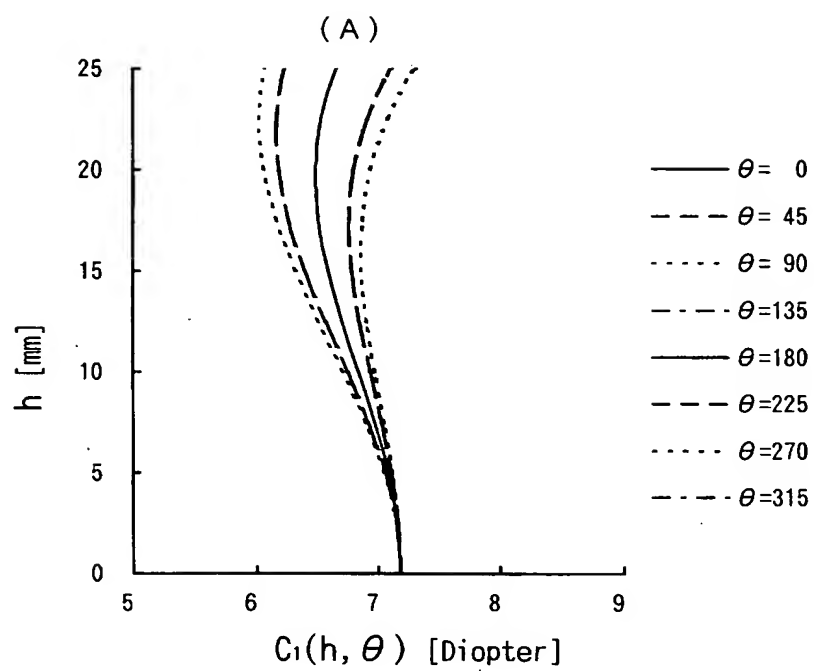
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18	7.18
5.0	7.08	7.06	7.05	7.06	7.08	7.11	7.12	7.11
10.0	6.84	6.75	6.71	6.75	6.84	6.93	6.97	6.93
15.0	6.59	6.40	6.33	6.40	6.59	6.78	6.86	6.78
20.0	6.49	6.19	6.06	6.19	6.49	6.80	6.94	6.80
25.0	6.66	6.24	6.07	6.24	6.66	7.11	7.30	7.11

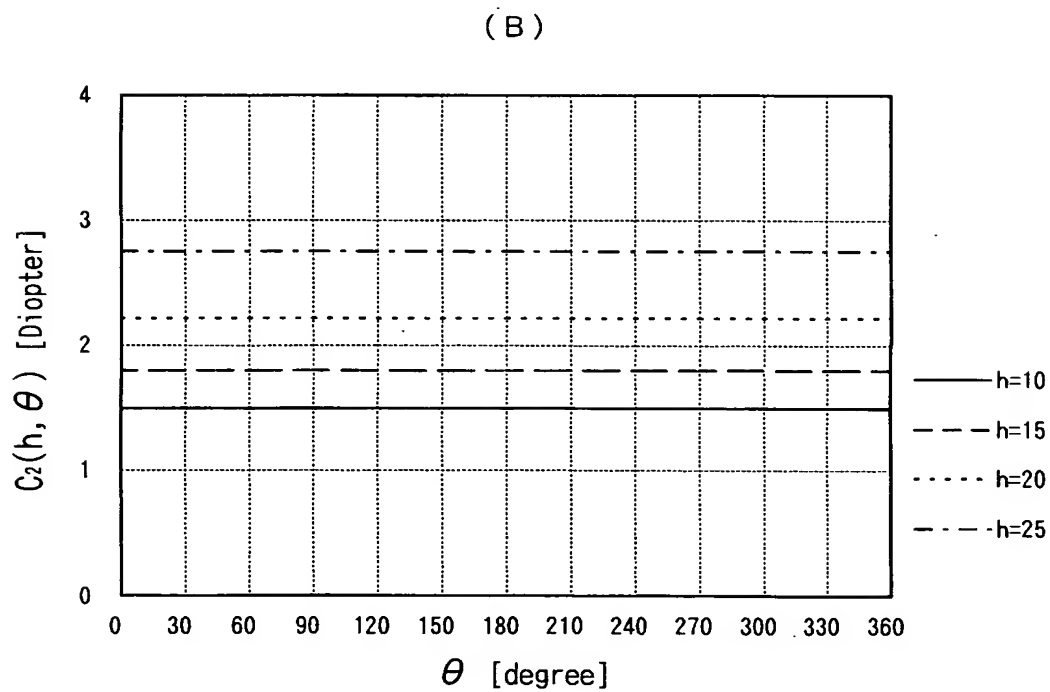
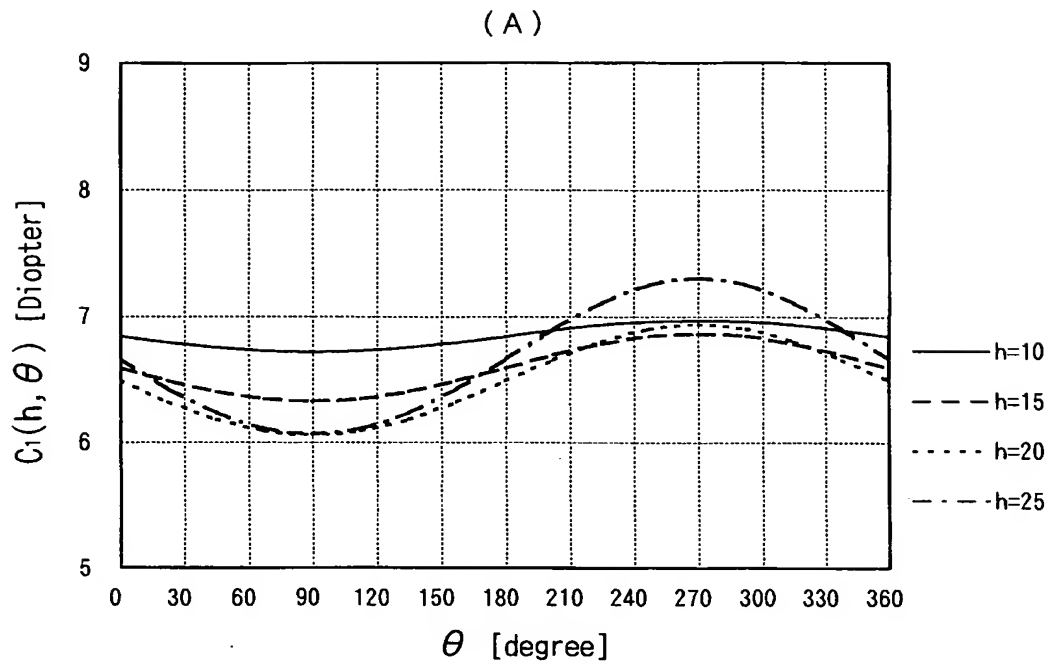
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
5.0	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
10.0	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
15.0	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
20.0	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22
25.0	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75

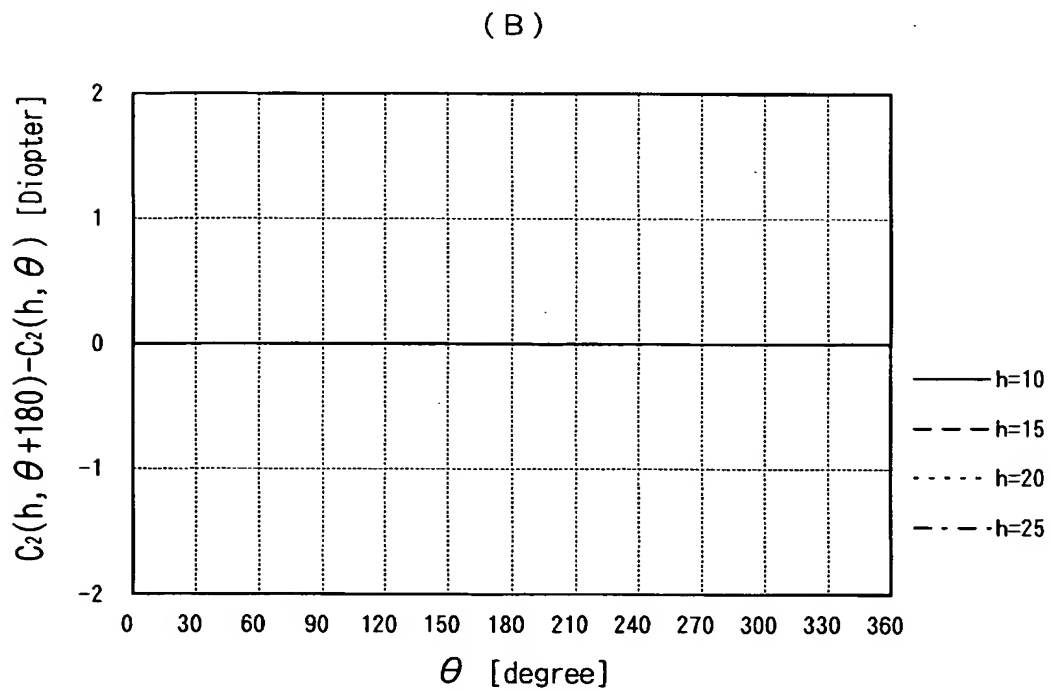
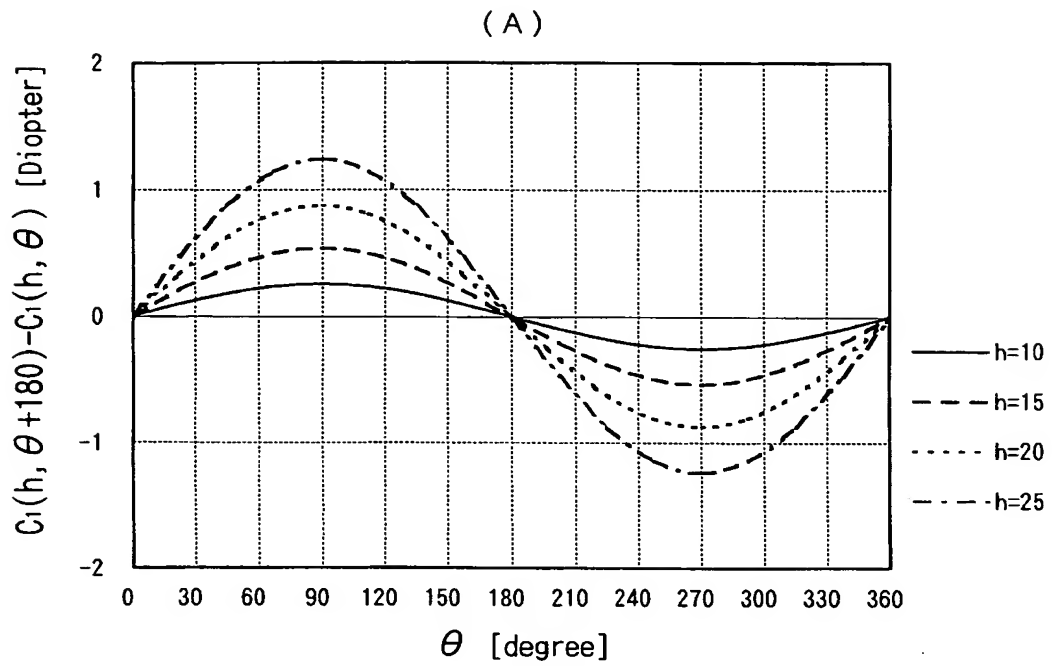
【図 8 4】



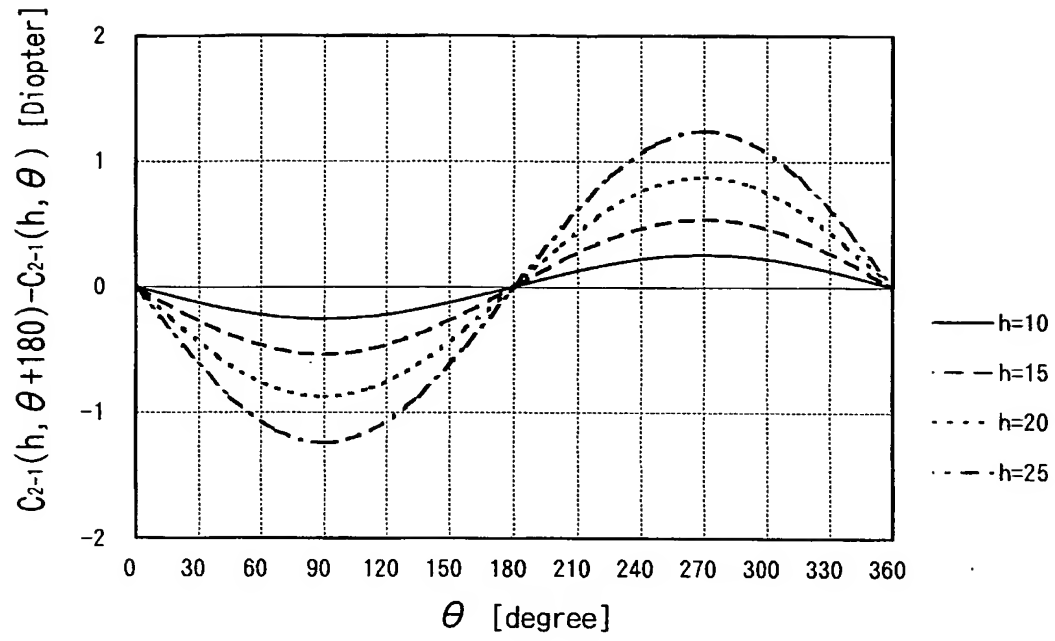
【図 85】



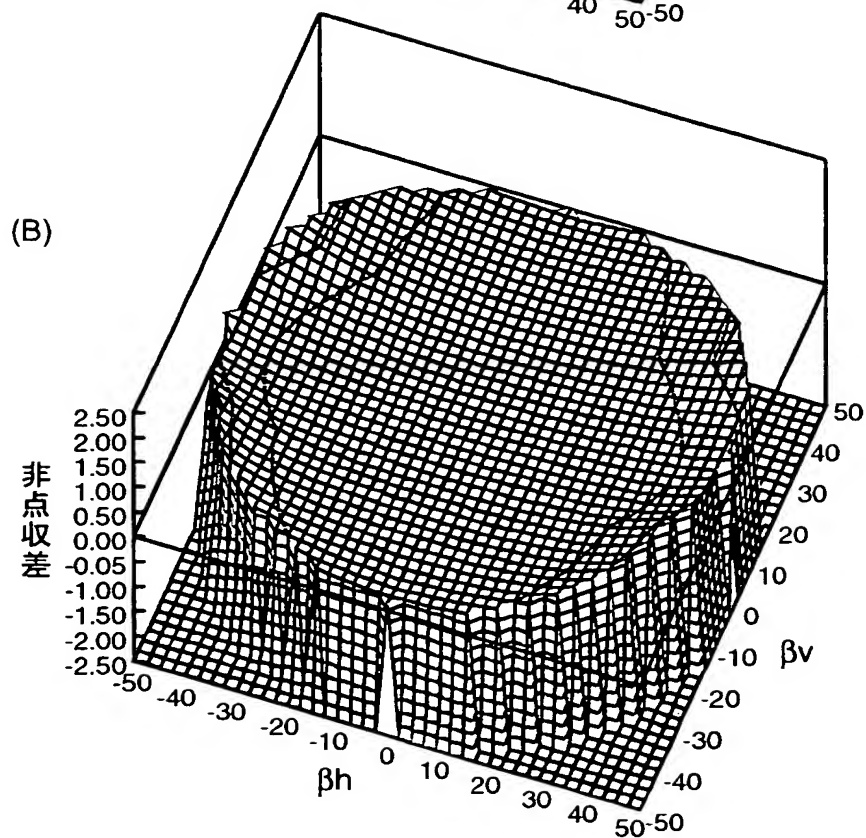
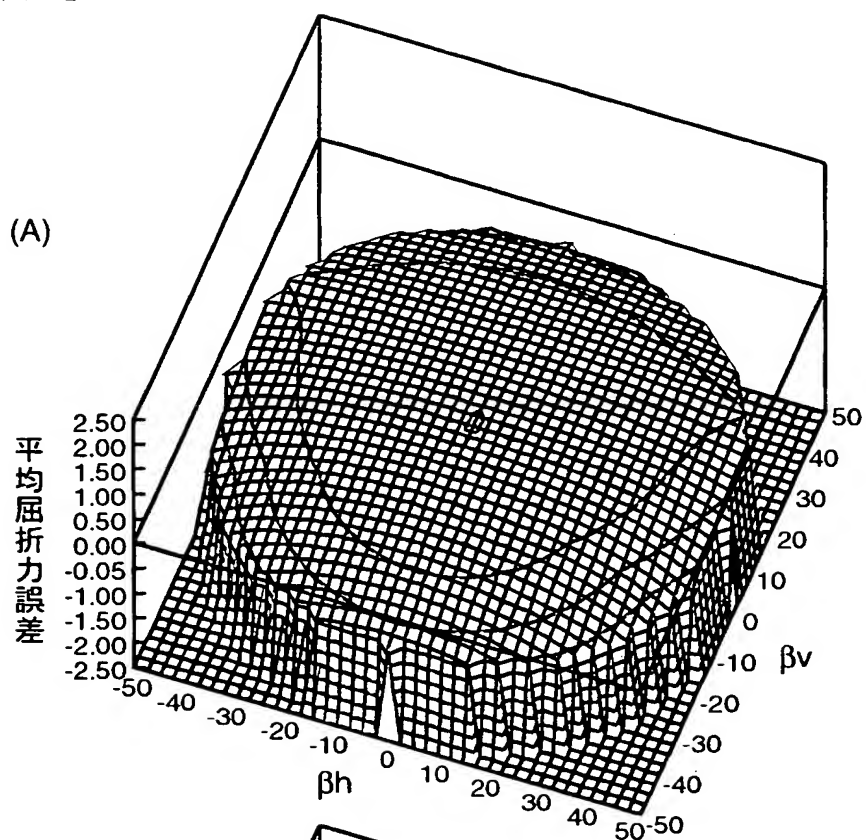
【図 86】



【図 87】



【図 88】



【図 8 9】

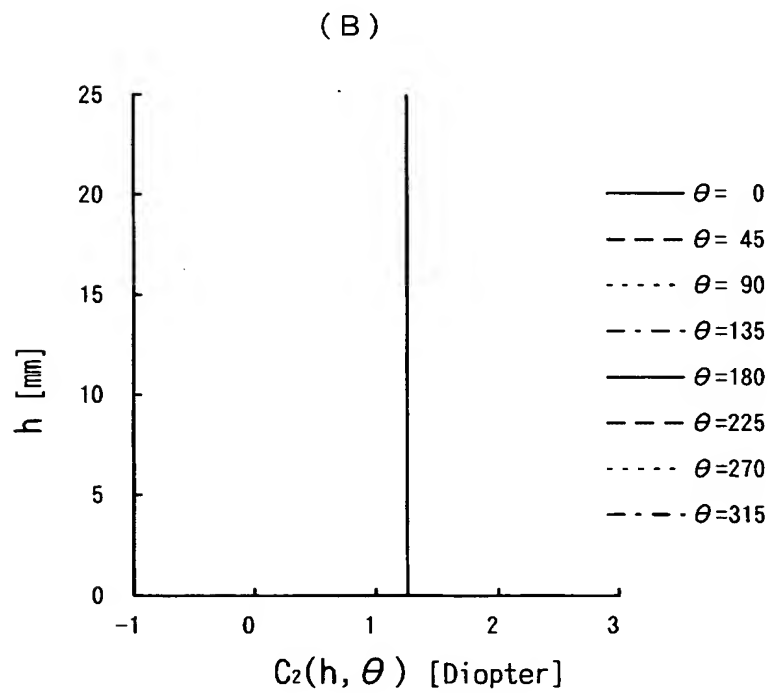
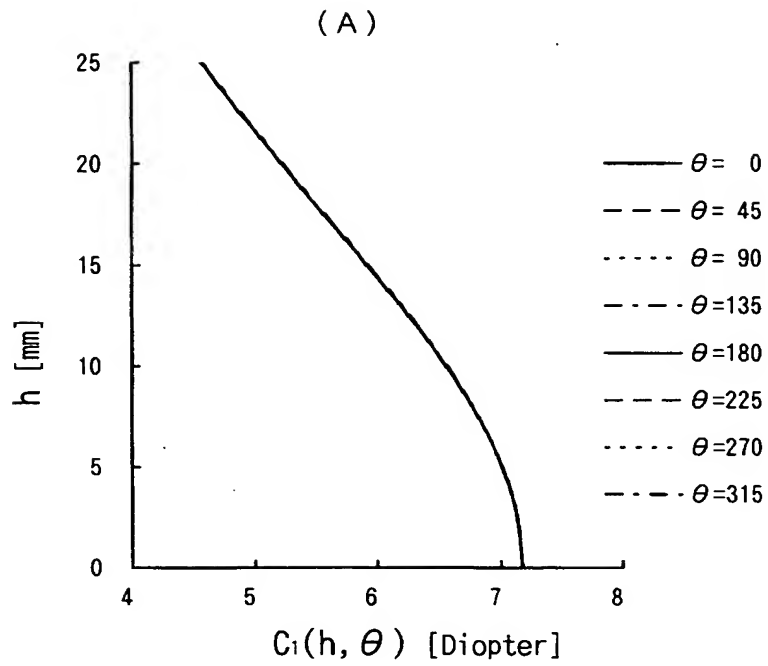
(A)

		$C_1(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17
5.0		7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01
10.0		6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56
15.0		5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93
20.0		5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23
25.0		4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58

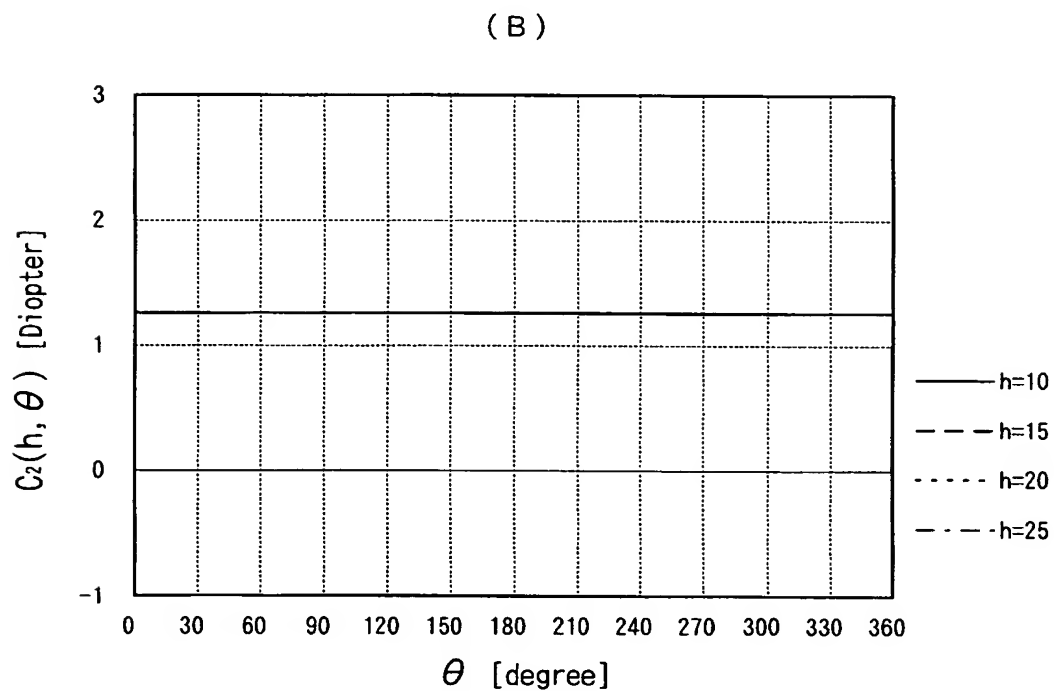
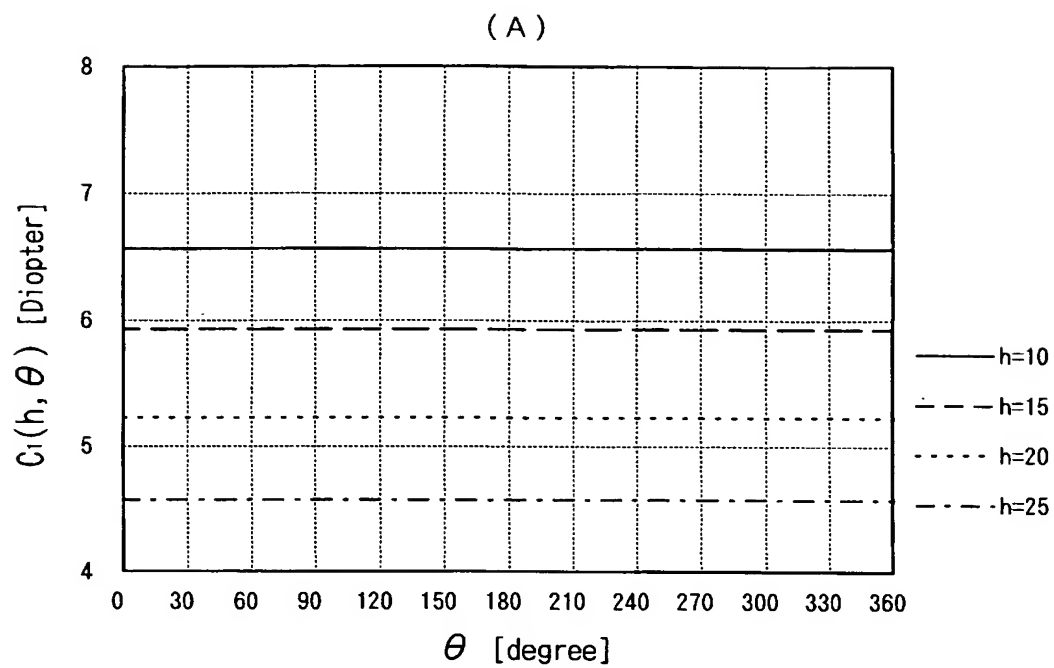
(B)

		$C_2(h, \theta)$							
$h \backslash \theta$		0	45	90	135	180	225	270	315
0.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
5.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
10.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
15.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
20.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
25.0		1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26

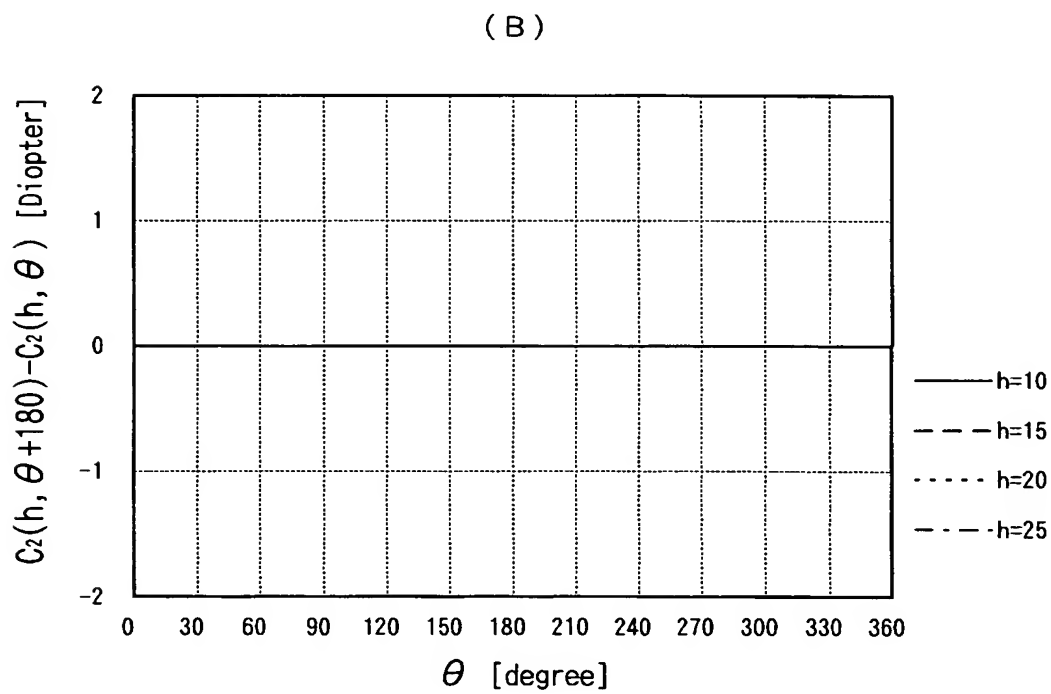
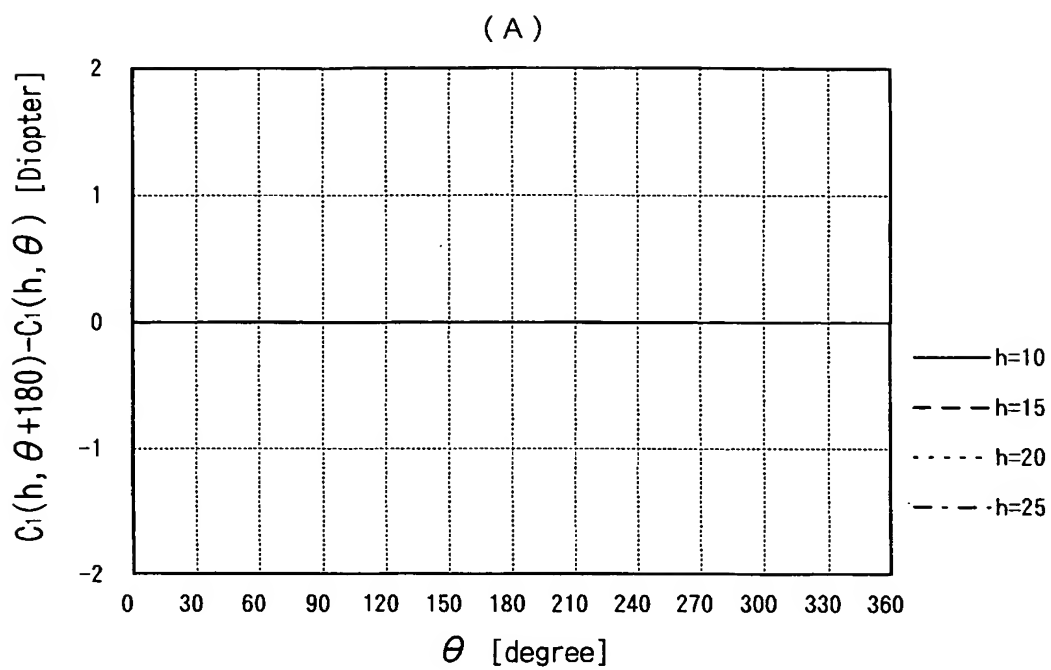
【図 90】



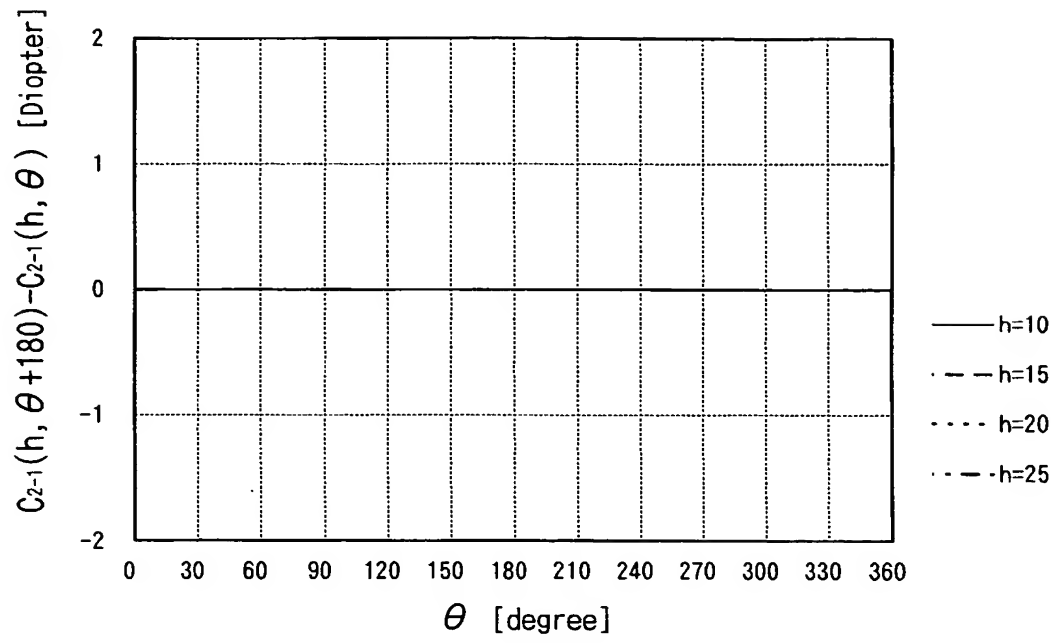
【図 9 1】



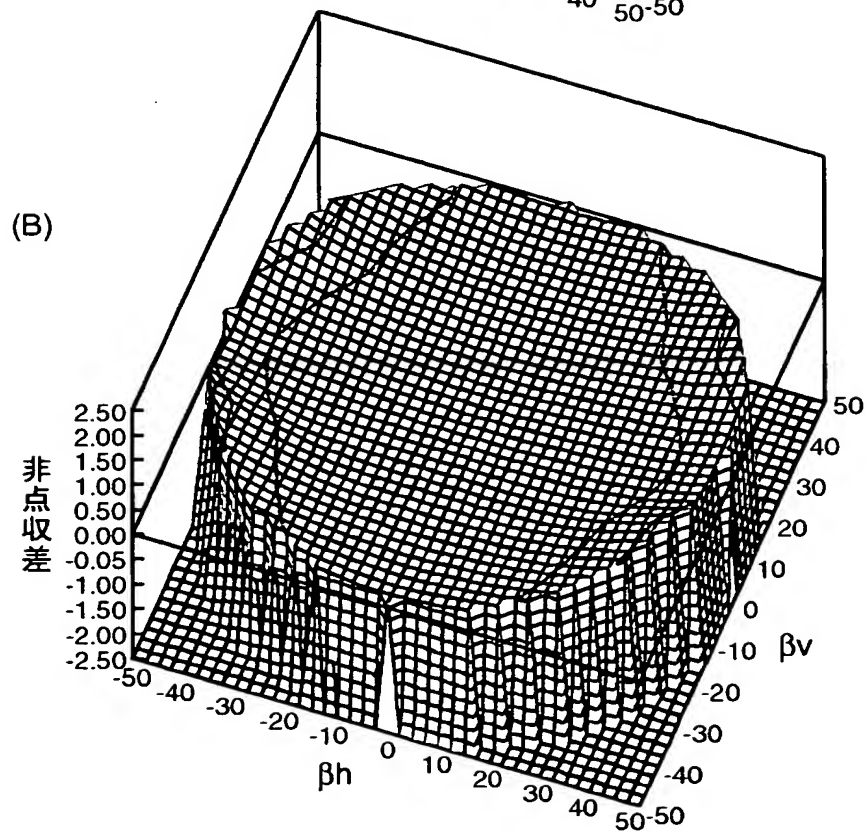
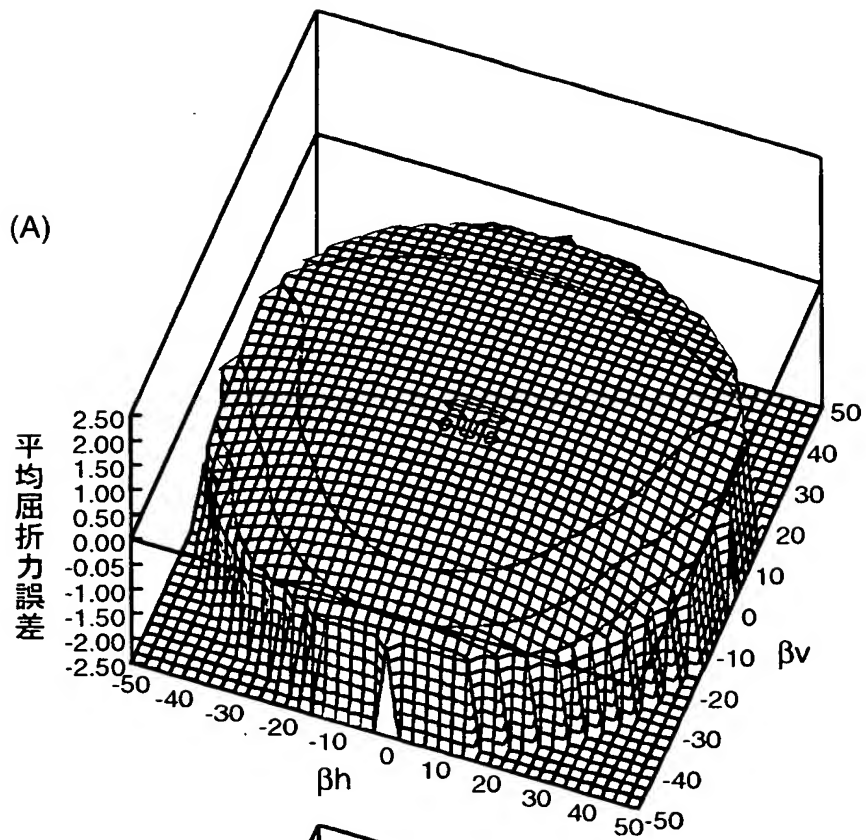
【図 9 2】



【図 9 3】



【図 9 4】



【図 9 5】

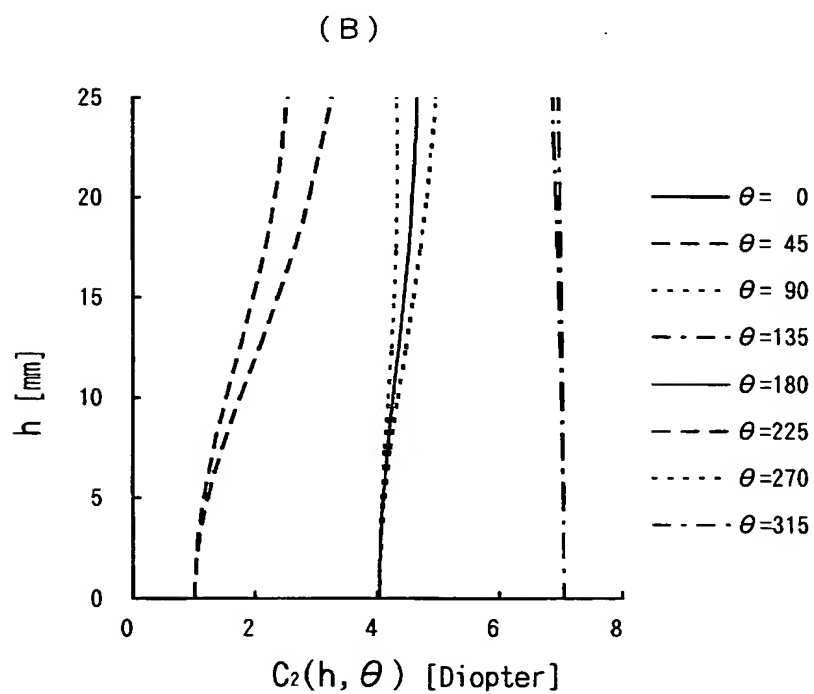
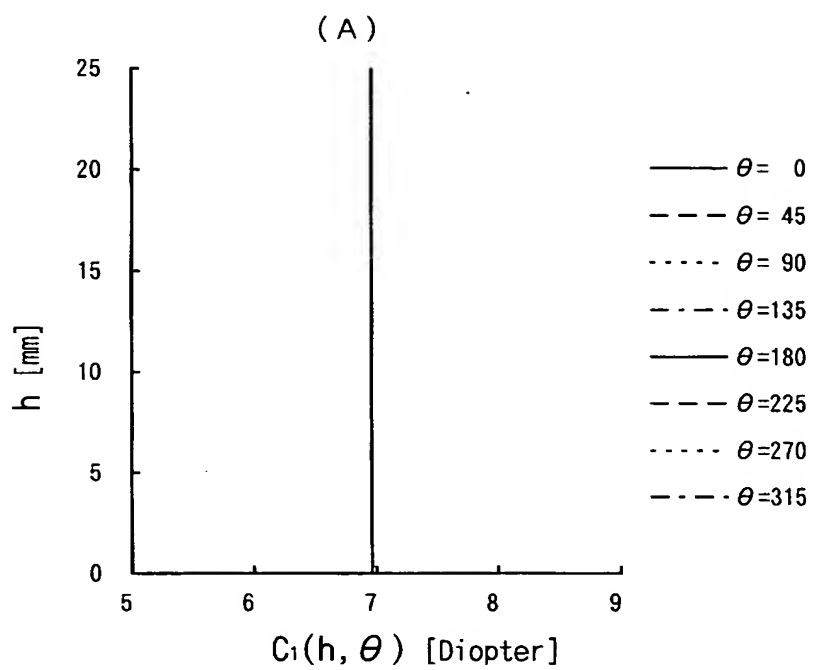
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
5.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
10.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
15.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
20.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
25.0	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96

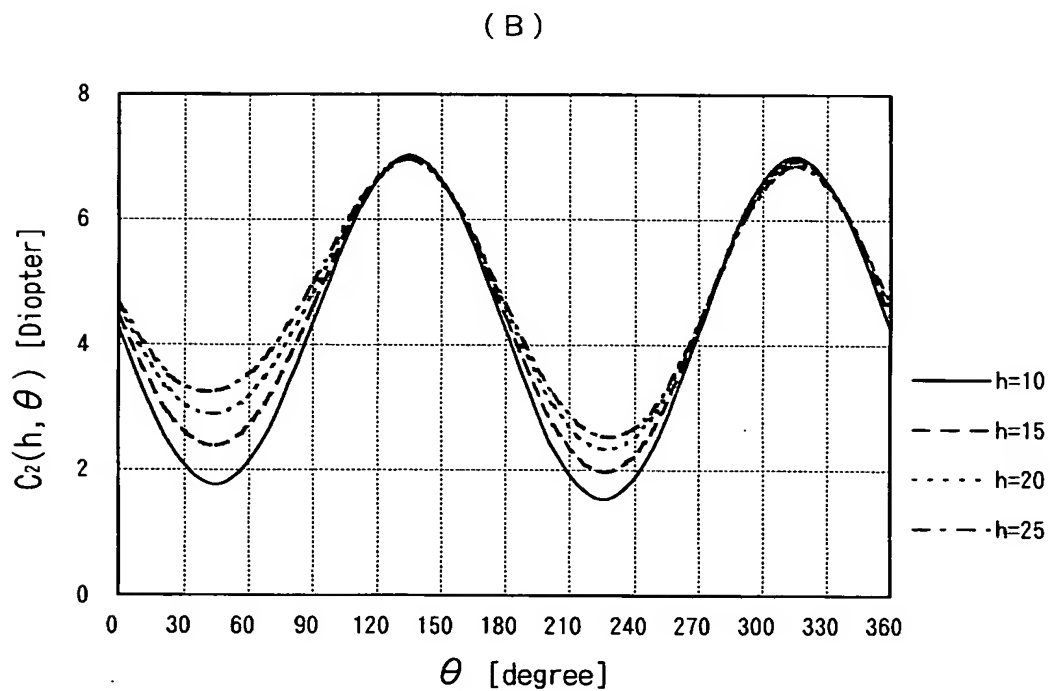
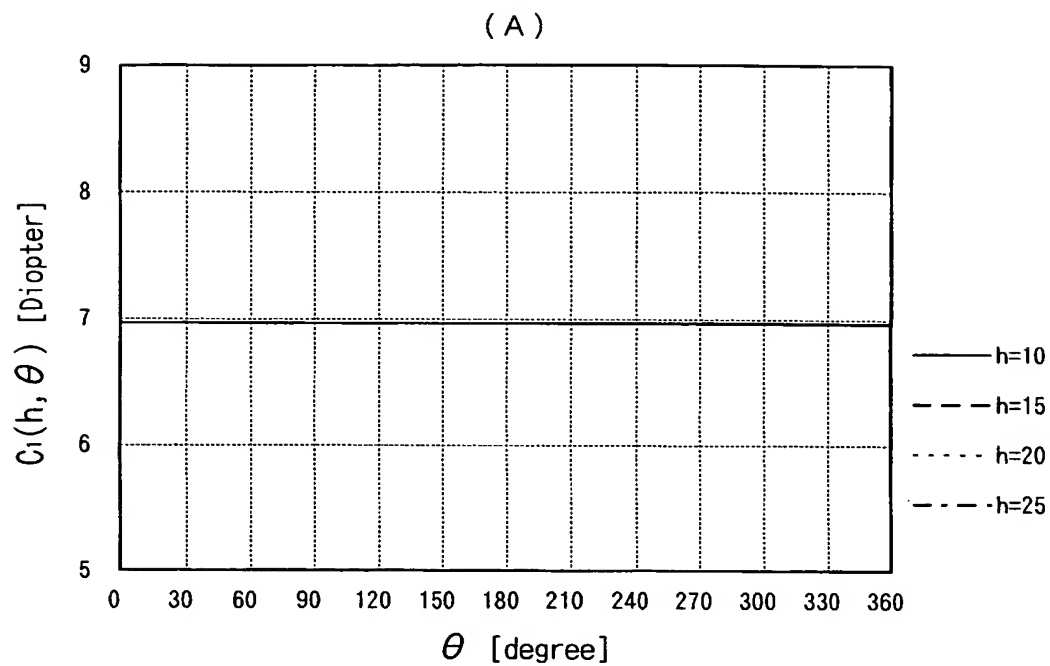
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	4.03	1.02	4.03	7.04	4.03	1.02	4.03	7.04
5.0	4.10	1.23	4.12	7.03	4.10	1.17	4.07	7.03
10.0	4.26	1.76	4.34	7.02	4.26	1.53	4.18	7.00
15.0	4.44	2.38	4.60	7.00	4.44	1.98	4.28	6.96
20.0	4.58	2.90	4.82	6.98	4.58	2.34	4.33	6.91
25.0	4.66	3.26	4.97	6.95	4.66	2.54	4.32	6.86

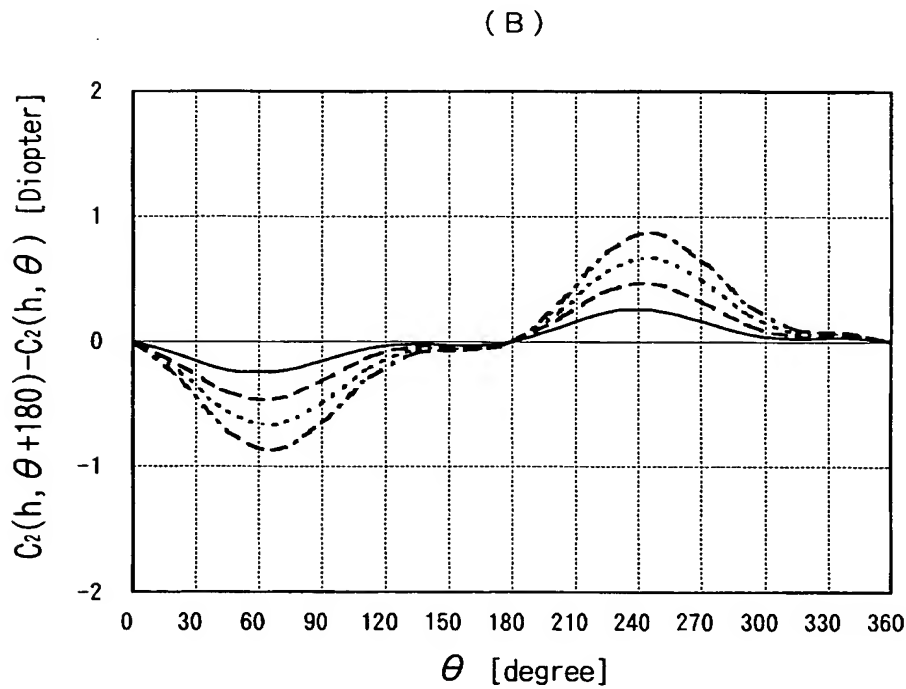
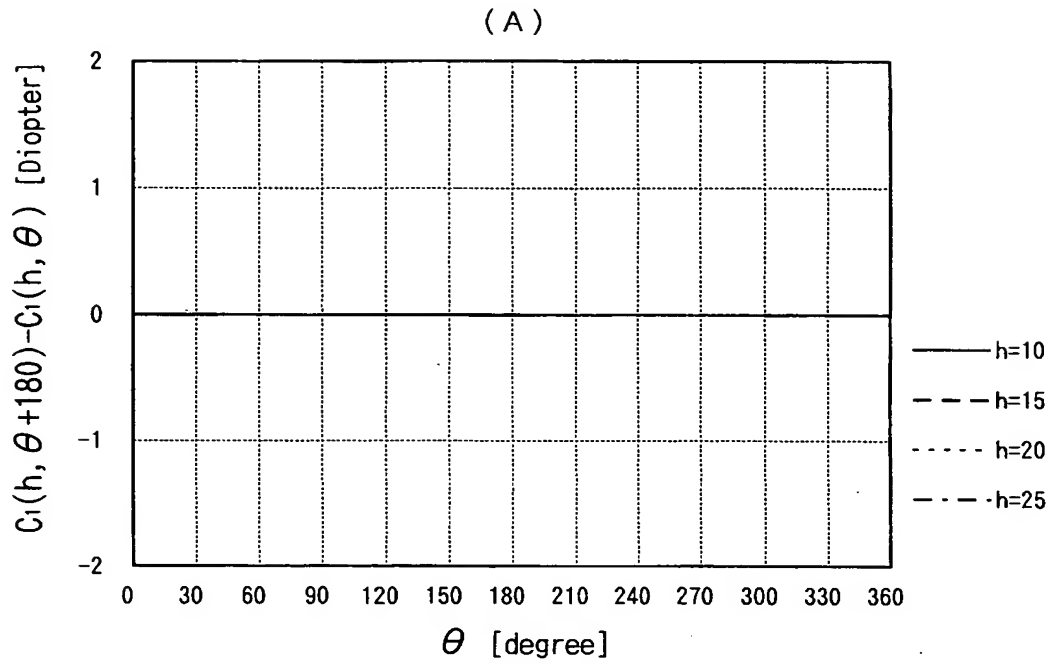
【図 96】



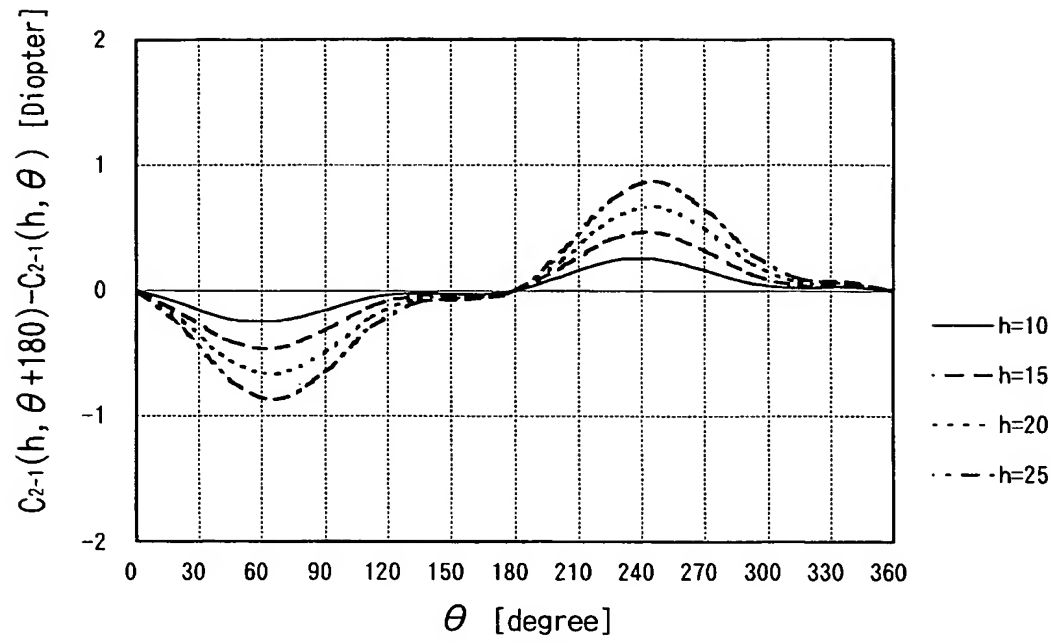
【図 97】



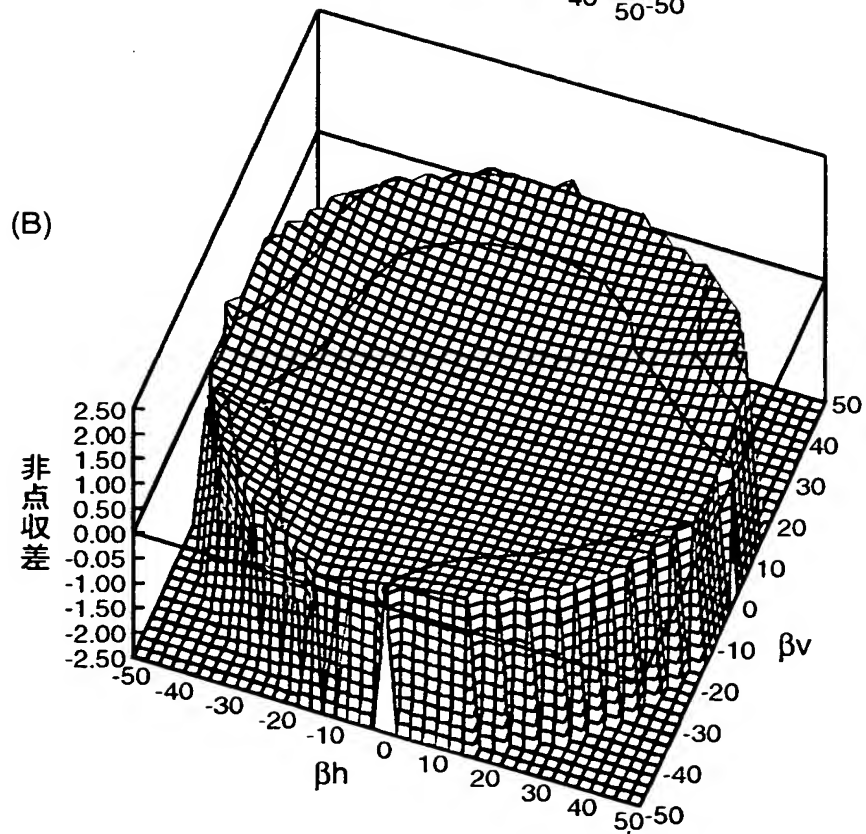
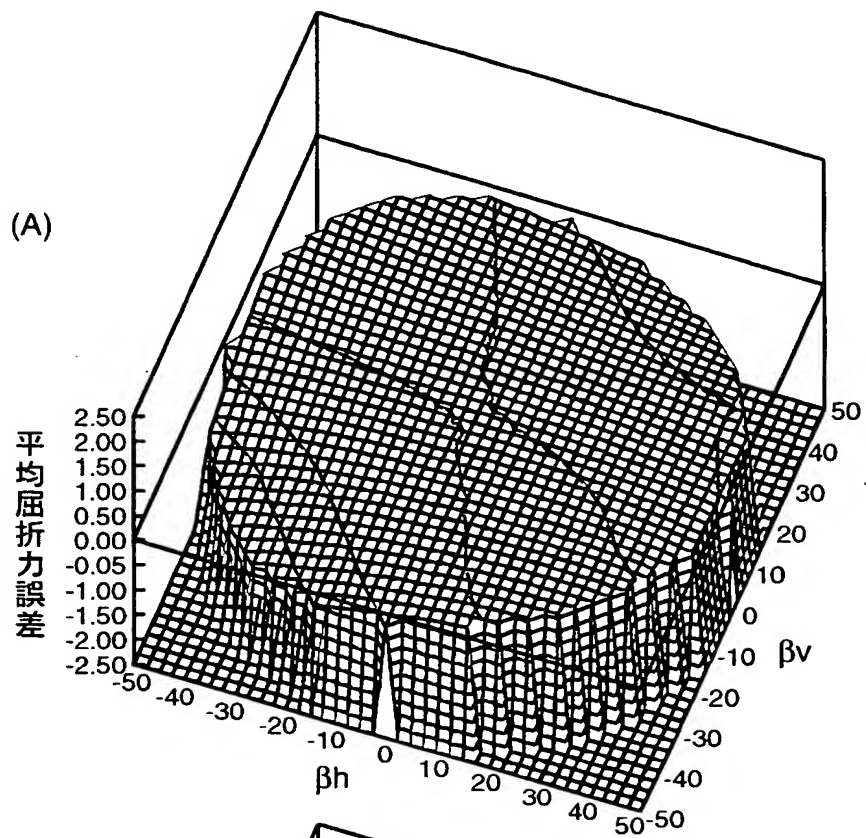
【図 98】



【図 9 9】



【図100】



【図 1 0 1】

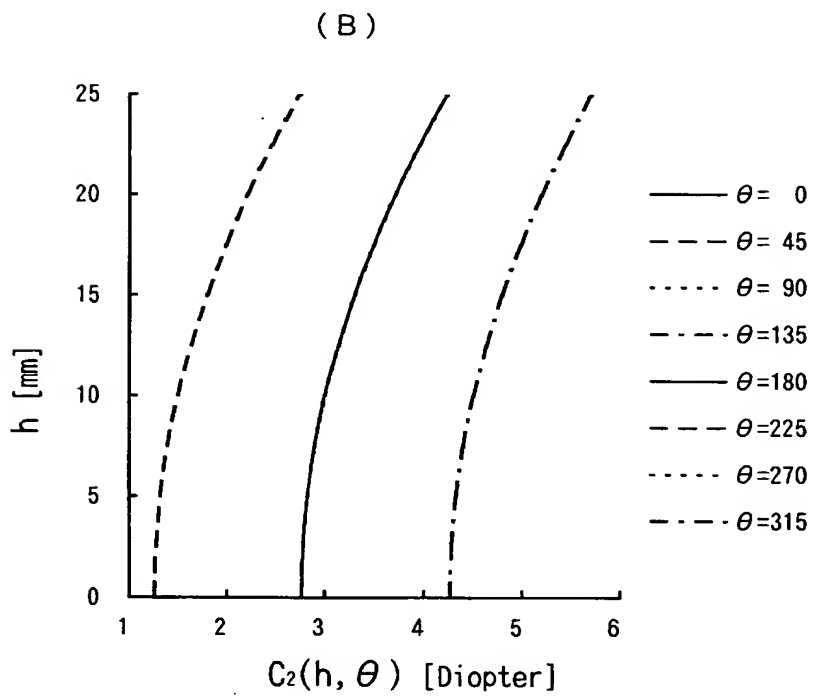
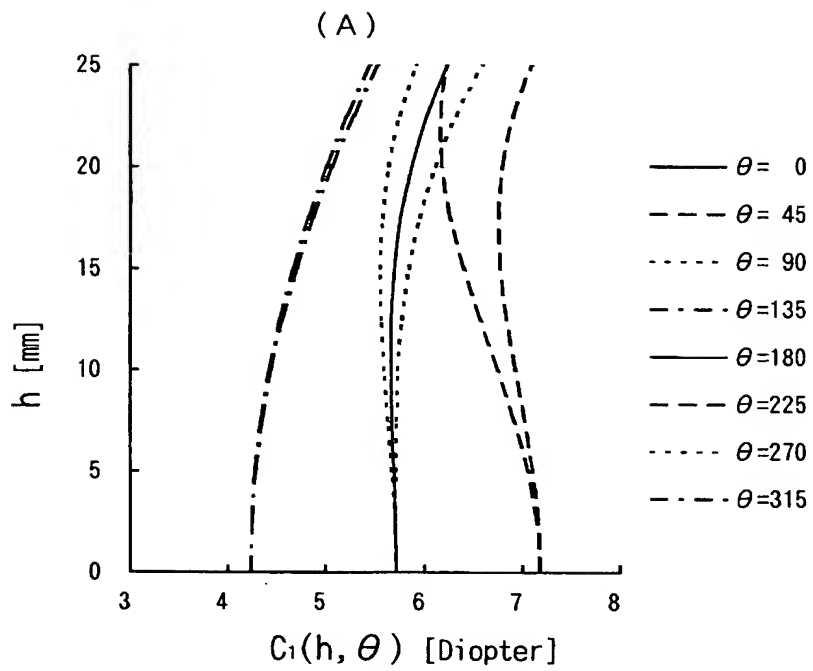
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	5.71	7.18	5.71	4.23	5.71	7.18	5.71	4.23
5.0	5.69	7.06	5.68	4.28	5.69	7.11	5.71	4.29
10.0	5.67	6.75	5.60	4.43	5.67	6.93	5.74	4.44
15.0	5.70	6.40	5.56	4.67	5.70	6.78	5.85	4.71
20.0	5.87	6.19	5.64	5.02	5.87	6.80	6.12	5.07
25.0	6.24	6.24	5.92	5.46	6.24	7.11	6.59	5.54

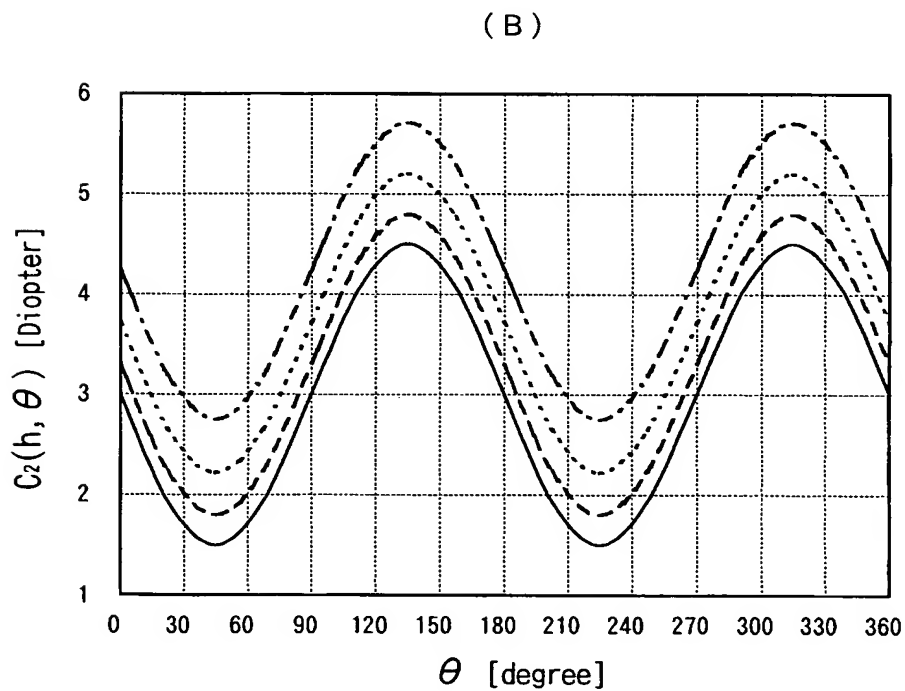
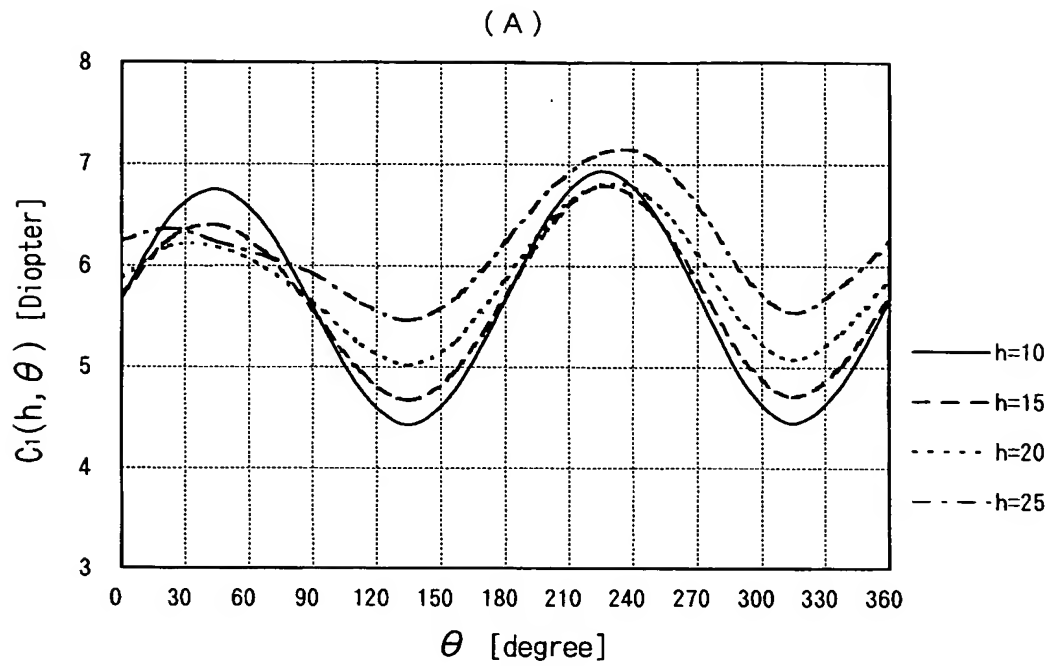
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	2.76	1.26	2.76	4.27	2.76	1.26	2.76	4.27
5.0	2.82	1.32	2.82	4.33	2.82	1.32	2.82	4.33
10.0	3.00	1.50	3.00	4.50	3.00	1.50	3.00	4.50
15.0	3.30	1.80	3.30	4.80	3.30	1.80	3.30	4.80
20.0	3.71	2.22	3.71	5.21	3.71	2.22	3.71	5.21
25.0	4.24	2.75	4.24	5.72	4.24	2.75	4.24	5.72

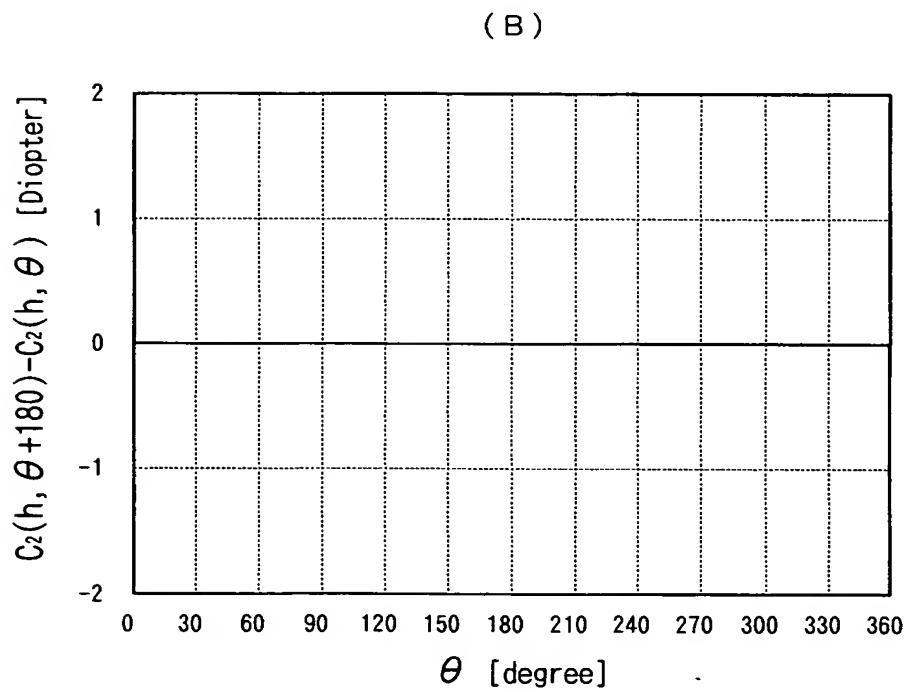
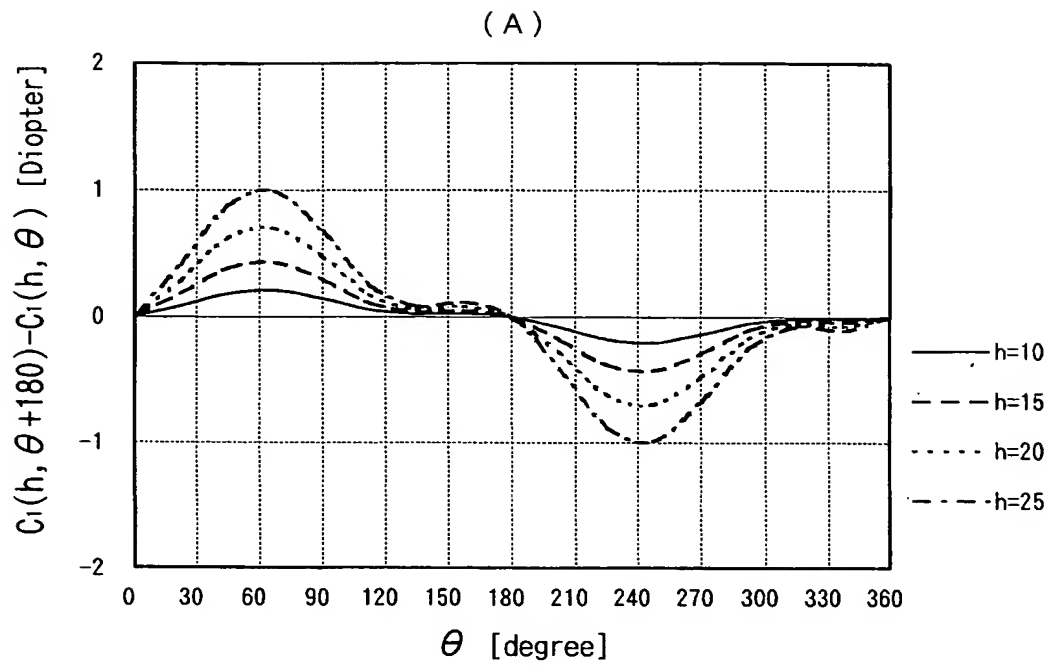
【図 1 0 2】



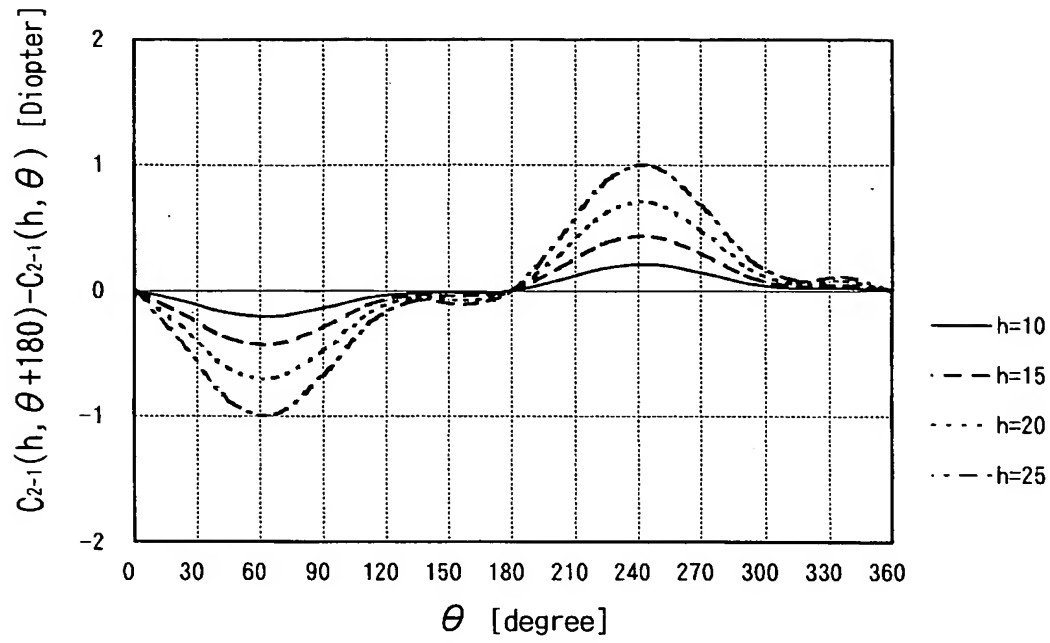
【図 1 0 3】



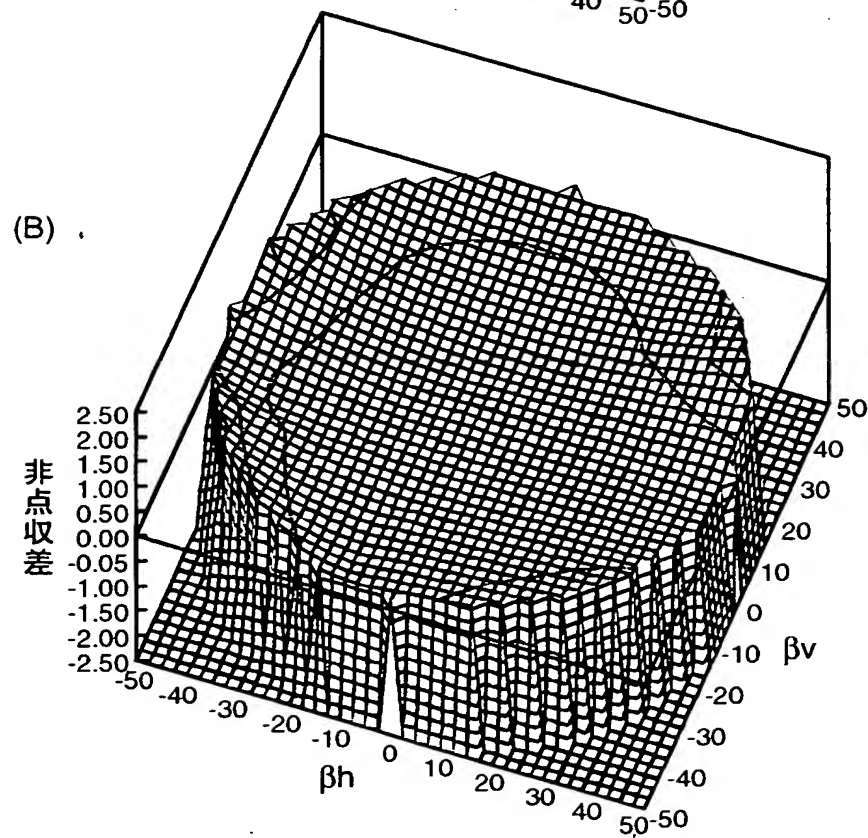
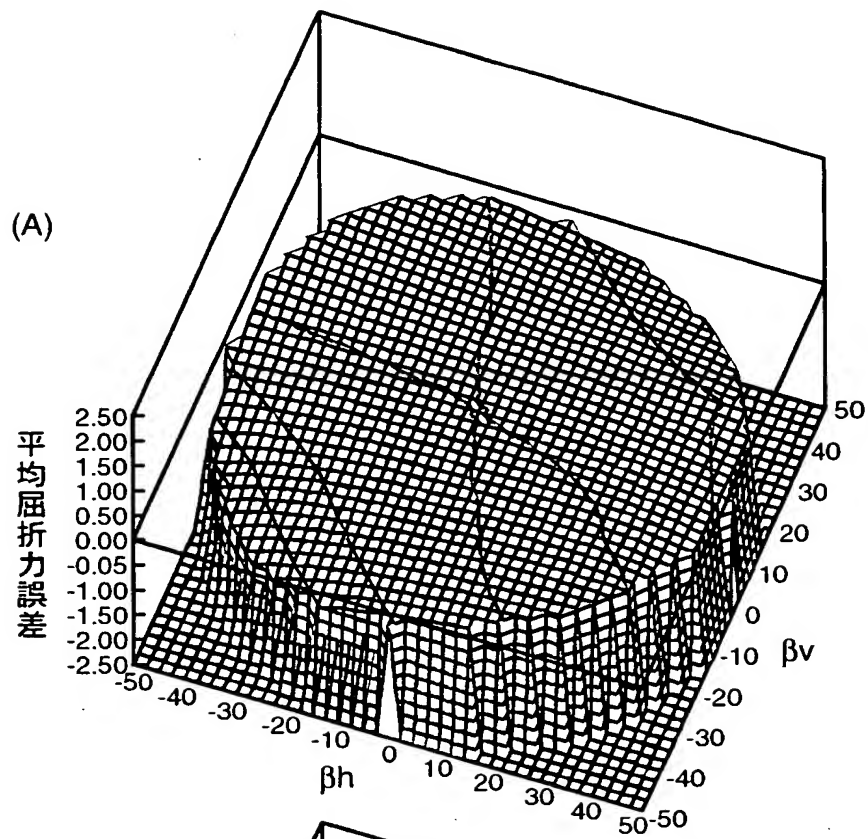
【図 1 0 4】



【図 105】



【図106】



【図 1 0 7】

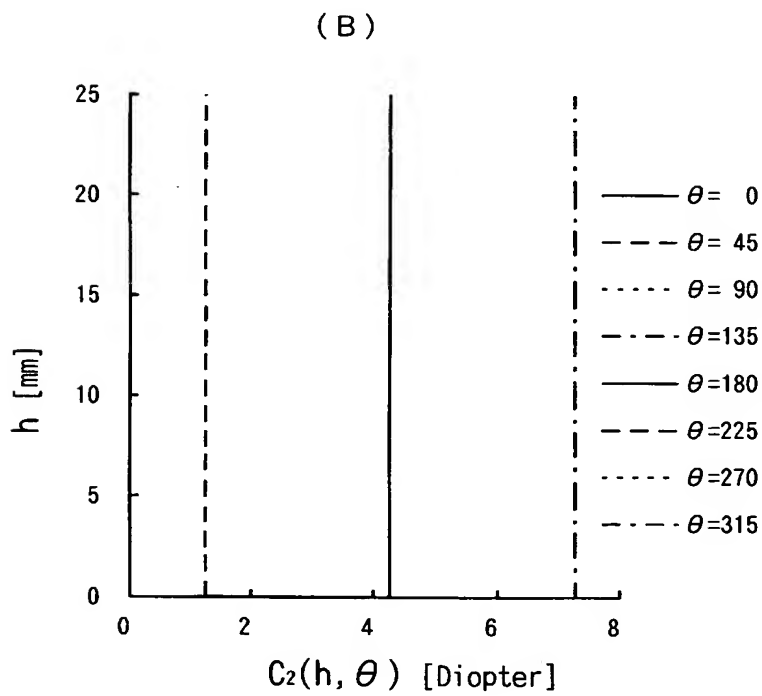
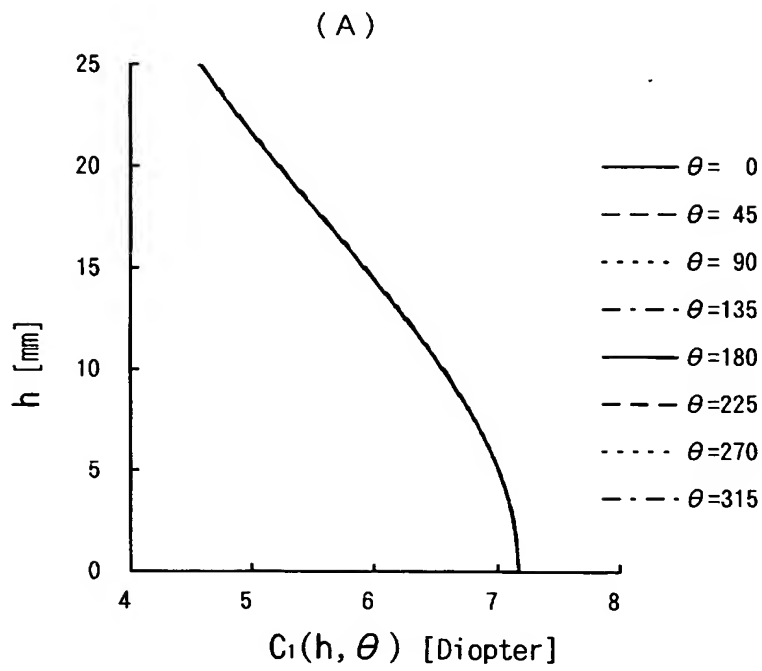
(A)

$C_1(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17	7.17
5.0	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01
10.0	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56	6.56
15.0	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93
20.0	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23
25.0	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58

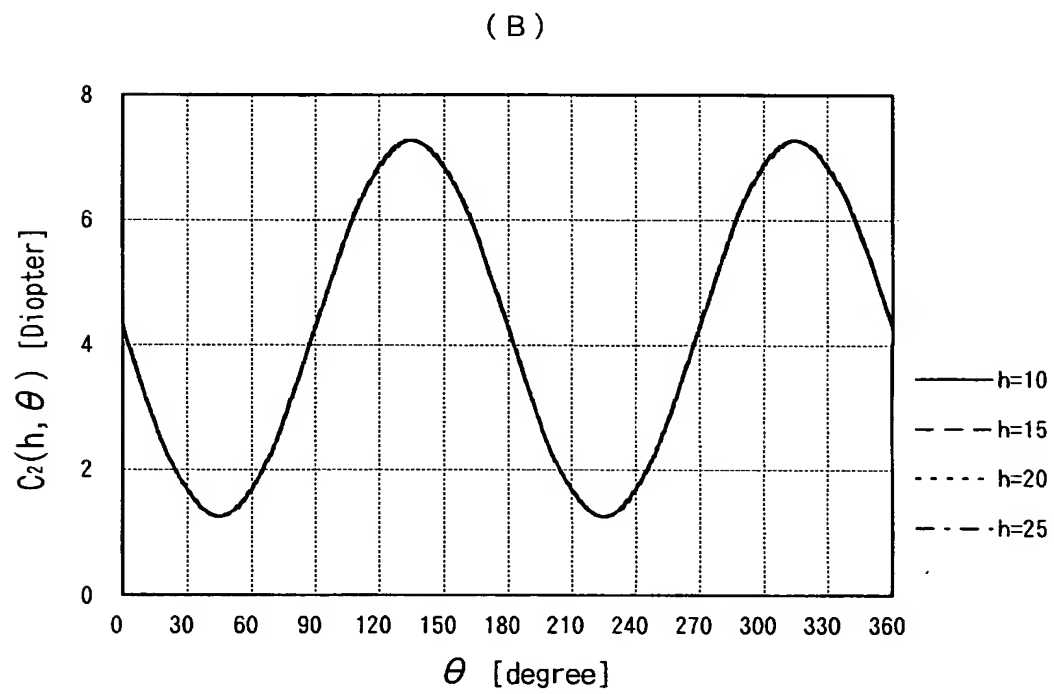
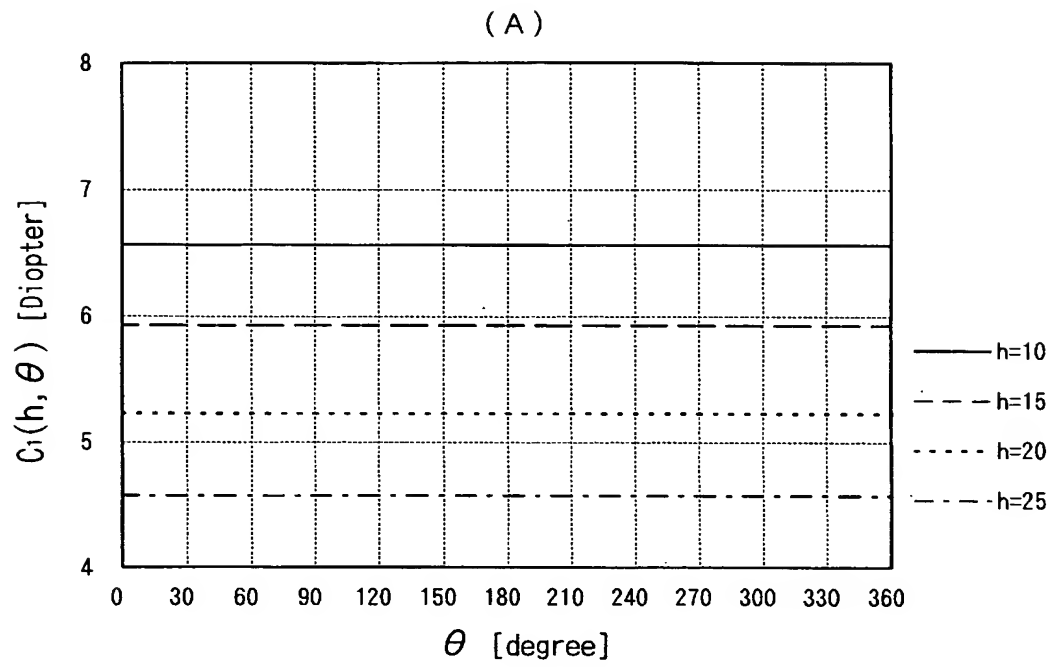
(B)

$C_2(h, \theta)$								
$h \backslash \theta$	0	45	90	135	180	225	270	315
0.0	4.27	1.26	4.27	7.27	4.27	1.26	4.27	7.27
5.0	4.27	1.26	4.27	7.27	4.27	1.26	4.27	7.27
10.0	4.27	1.26	4.27	7.27	4.27	1.26	4.27	7.27
15.0	4.27	1.26	4.27	7.27	4.27	1.26	4.27	7.27
20.0	4.28	1.26	4.28	7.27	4.28	1.26	4.28	7.27
25.0	4.29	1.26	4.29	7.27	4.29	1.26	4.29	7.27

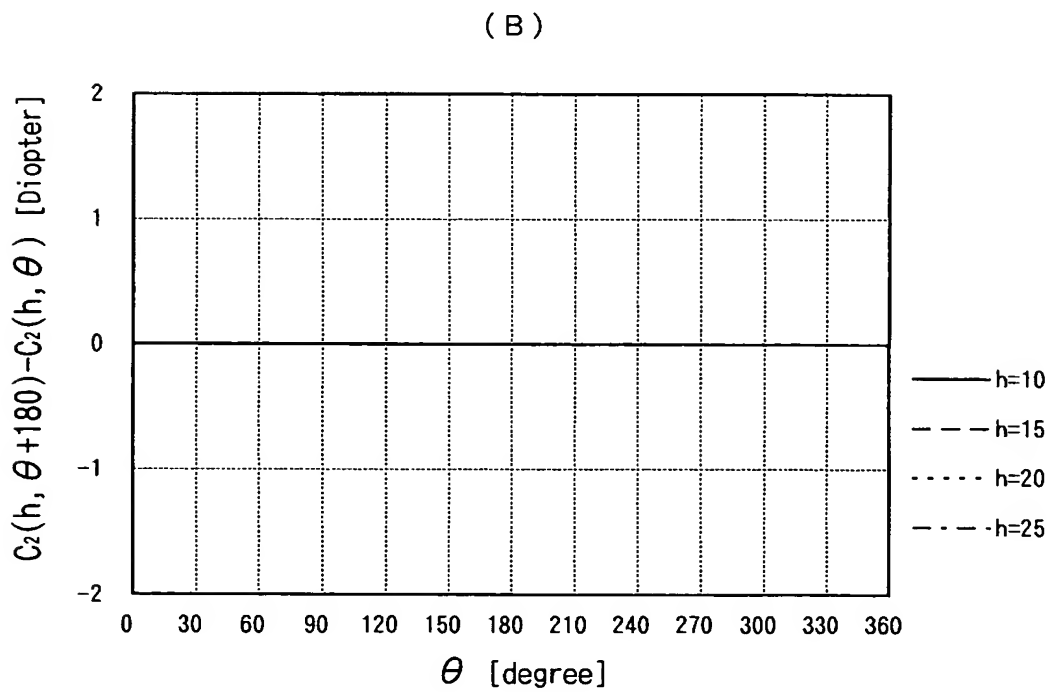
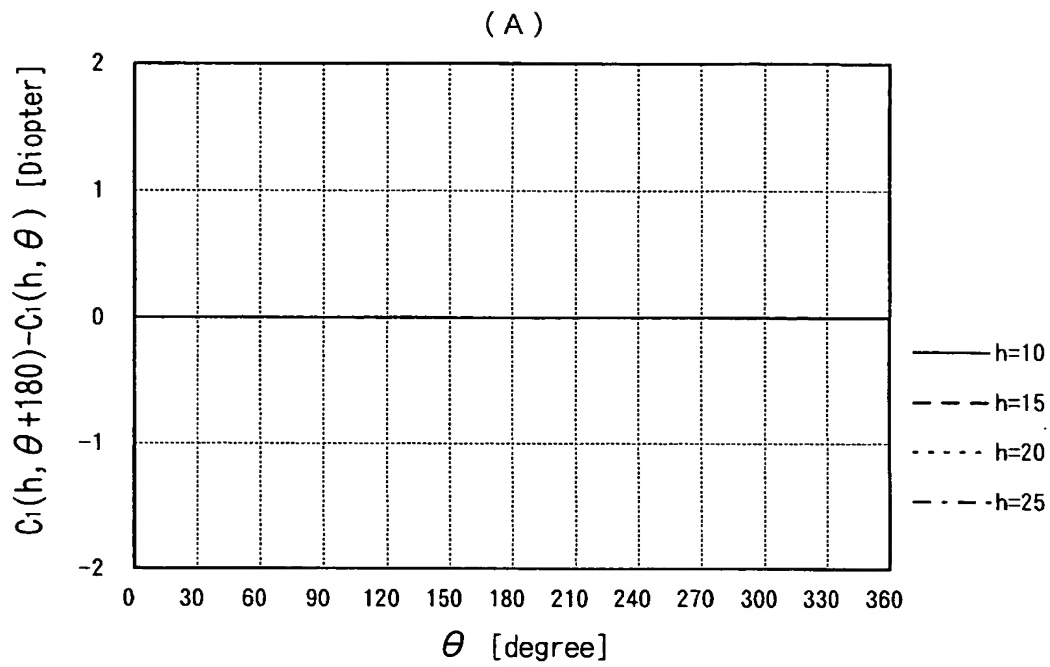
【図 108】



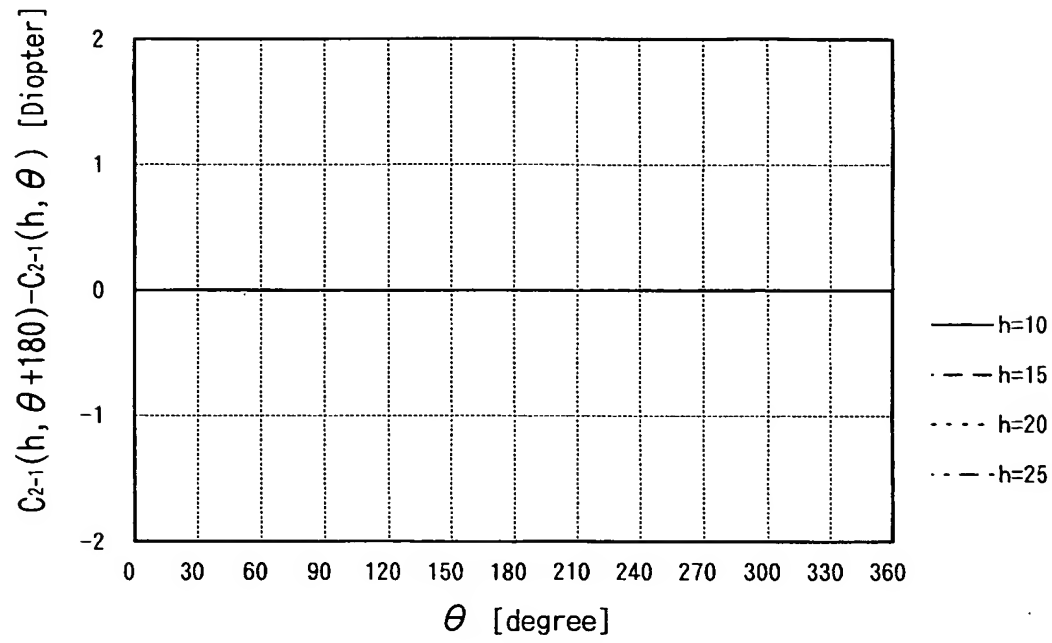
【図 1 0 9】



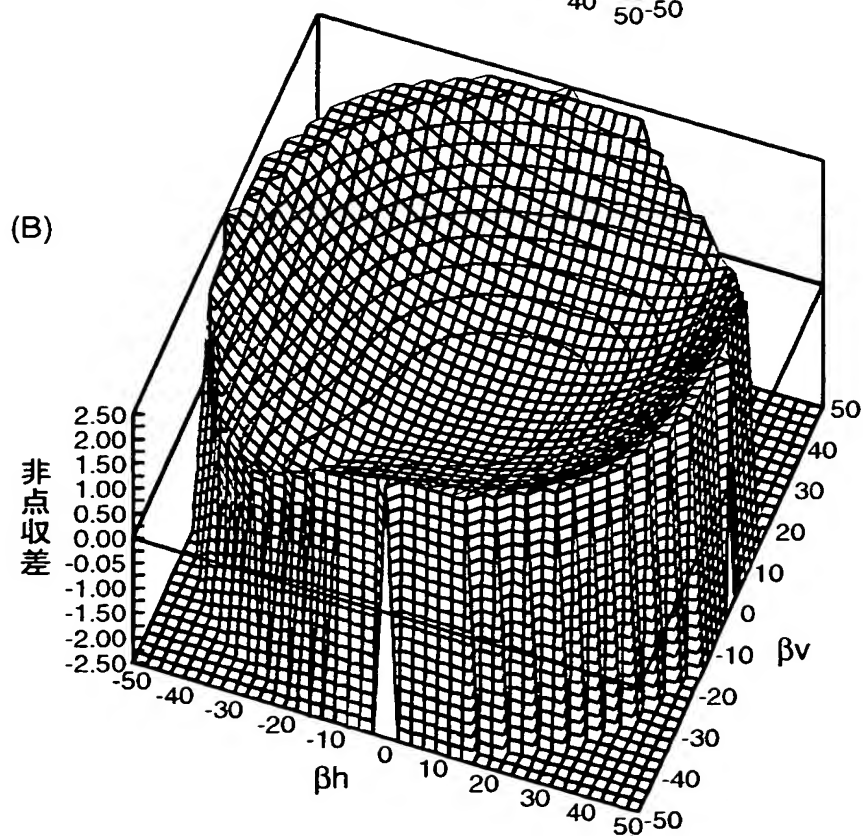
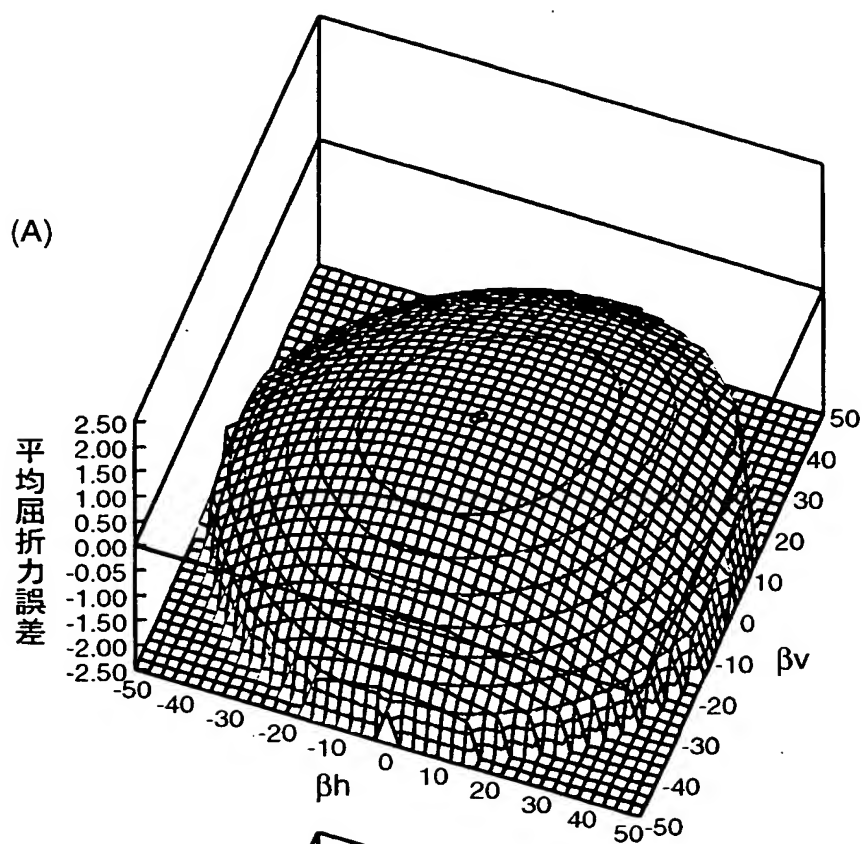
【図 1 1 0】



【図 1 1 1】



【図 112】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レンズの上部を遠方視、下部を近方視に適した性能とし、乱視屈折力を含む場合にも光学性能が良好な非球面眼鏡レンズを提供すること。

【解決手段】 外面、内面の一对の屈折面を有し、内面が非回転対称非球面である眼鏡レンズにおいて、枠入れ基準点に立てた内面の法線を z_2 軸、 z_2 軸に直交する面内で眼鏡装用時に上になる方向を y_2 軸、左手座標系で y_2 軸および z_2 軸に直交する方向を x_2 軸とし、 z_2 軸を含み x_2 軸に対して角度 $\theta [^\circ]$ をなす平面と内面との交線の z_2 軸からの高さ $h [\text{mm}]$ における曲率を $C_2(h, \theta)$ として表すとき、 $10 \leq h \leq 20$ 、 $30 \leq \theta \leq 150$ を満たす範囲内で、マイナスレンズの場合には、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) > 0$ を満たし、プラスレンズの場合には、 $C_2(h, \theta + 180) - C_2(h, \theta) < 0$ を満たす。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 5 5 1 9 1
受付番号	5 0 3 0 0 3 3 8 5 1 3
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2 1 3 2
作成日	平成 1 5 年 3 月 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月 3日
【特許出願人】	
【識別番号】	000000527
【住所又は居所】	東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号
【氏名又は名称】	ペンタックス株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100098235
【住所又は居所】	東京都千代田区神田神保町 1 丁目 1 0 番 1 号 I V Y ビル 6 階 金井国際特許事務所
【氏名又は名称】	金井 英幸

次頁無

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成15年 3月 3日

【整理番号】 JP01464H

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

 【出願番号】 特願2003- 55191

【補正をする者】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手続補正 1】

 【補正対象書類名】 特許願

 【補正対象項目名】 発明者

 【補正方法】 変更

 【補正の内容】

 【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株
式会社内

 【氏名】 白柳 守康

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 特許出願人

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【その他】 誤記の理由は、特許出願人より平成 1 4 年 1 0 月 1 日に
氏名（名称）変更届が特許庁へ提出されておりましたが
、発明者の「住所又は居所」の欄及び特許出願人の「氏
名又は名称」を旧名称のまま出願をしてしまったからで
す。

【プルーフの要否】 要

特願 2003-055191

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000527]

1. 変更年月日

2002年10月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

氏 名

ペンタックス株式会社